

Faculté de Médecine de Paris

39

Année 1891

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 17 Décembre 1891

Par FRÉDÉRIC BORDAS

Né le 1^{er} janvier 1860, à Saint-Germain (Seine-et-Oise).
Préparateur au Laboratoire de Toxicologie et de Médecine légale,
Lauréat de l'Académie de médecine (*Prix Stanski*),
Lauréat de la Faculté de Médecine (*Prix Corvisart*) et (*Prix Montyon*),
Officier d'Académie.

ÉTUDE SUR LA PUTRÉFACTION

Président : M. BROUARDEL, professeur.

Juges, MM. { GUYON, professeur.
{ CAMPENON, GILBERT, agrégés.

*Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties
de l'enseignement médical.*

PARIS

RUEFF & C^{ie}, ÉDITEURS

106, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 106

1891

Faculté de Médecine de Paris

39

Année 1891

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

Présentée et soutenue le jeudi 17 Décembre 1891

Par FRÉDÉRIC BORDAS

Né le 1^{er} janvier 1860, à Saint-Germain (Seine-et-Oise).
Préparateur au Laboratoire de Toxicologie et de Médecine légale,
Lauréat de l'Académie de médecine (*Prix Stanski*),
Lauréat de la Faculté de Médecine (*Prix Corvisart*) et (*Prix Montyon*),
Officier d'Académie.

ÉTUDE SUR LA PUTRÉFACTION

Président : M. BROUARDEL, professeur.

Juges, MM. { GUYON, professeur.
{ CAMPENON, GILBERT, agrégés.

*Le candidat répondra aux questions qui lui seront faites sur les diverses parties
de l'enseignement médical.*

PARIS

RUEFF & C^{ie}, ÉDITEURS

106, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 106

1891

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Doyen : M. BROUARDEL.

Professeurs

Anatomie	MM.
Physiologie	FARABŒUF.
Physique médicale	Ch. RICHEL.
Chimie organique et chimie minérale	GARIEL.
Histoire naturelle médicale	GAUTIER.
Pathologie et thérapeutique générales	BAILLON.
Pathologie médicale	BOUCHARD.
Pathologie chirurgicale	{ DIEULAFOY.
Anatomie pathologique	{ DEBOVE.
Histologie	LANNELONGUE.
Opérations et appareils	CORNIL.
Pharmacologie	MATHIAS DUVAL.
Thérapeutique et matière médicale	TILLAUX.
Hygiène	N.
Médecine légale	HAYEM.
Histoire de la médecine et de la chirurgie	PROUST.
Pathologie comparée et expérimentale	BROUARDEL.
	LABOULBÈNE.
	STRAUS.
	{ G. SÉE.
Clinique médicale	{ POTAIN.
	JACCOUD.
	PETER.
Maladies des enfants	GRANCHER.
Clinique de pathologie mentale et des maladies de l'encéphale	BALL.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	FOURNIER.
Clinique des maladies du système nerveux	CHARCOT.
	{ VERNEUIL.
Clinique chirurgicale	{ LE FORT.
	{ DUPLAY.
	{ LE DENTU.
Clinique des maladies des voies urinaires	GUYON.
Clinique ophtalmologique	PANAS.
Clinique d'accouchements	{ TARNIER.
	{ PINARD.

Professeurs honoraires.

MM. RICHEL, SAPPEY, HARDY, PAJOT et REGNAULD

Agrégés en exercice.

MM. BALLEL.	MM. FAUCONNIER.	MM. NÉLATON.	MM. RIBEMONT.
BAR.	GILBERT.	NETTER.	DESSAIGUES.
BLANCHARD.	GLEY.	POIRIER, chef	RICARD.
BRISAUD.	HANOT.	des travaux	ROBIN (ALBERT)
BRUN.	HUTINEL.	anatomiques.	SCHWARTZ.
CAMPENON.	JALAGUIER.	POUCHET.	SEGOND.
CHANTEMESSE	KIRMISSON.	QUENU.	TUFFIER.
CHAUFFARD.	LETULLE.	QUINQUAUD.	VILLEJEAN.
DEJERINE.	MARIE.	RETTÉTER.	WEISS.
	MAYGRIER.	REYNIER.	

Secrétaire de la Faculté : M. Ch. PUPIN.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A LA MÉMOIRE

DE MON PÈRE ET DE MA MÈRE

Faible témoignage de gratitude et d'amour filial

A M. ALFRED HUNEBELLE

Président des Chambres Syndicales de Paris,
Chevalier de la Légion d'honneur

Hommage de ma profonde reconnaissance

A MON FRÈRE ET A MES SOEURS

Meis et Amicis

A MON ÉMINENT MAÎTRE
MONSIEUR LE PROFESSEUR BROUARDEL

Doyen de la Faculté de médecine.

A MONSIEUR J. OGIER
Docteur-ès-sciences, Chef du Laboratoire de Toxicologie

A MES MAÎTRES DANS LES HOPITAUX
MONSIEUR LE PROFESSEUR GERMAIN SÉE
Professeur de clinique interne à l'Hôtel-Dieu

A MONSIEUR HORTELOUP
Chirurgien à l'Hôpital Necker

A MONSIEUR LETULLE
Professeur Agrégé à la Faculté de Médecine, Médecin
des Hôpitaux

INTRODUCTION

Lorsqu'une substance organique quelconque vient à s'altérer en répandant des gaz à odeur fétide, on dit ordinairement qu'elle se putréfie. Certains savants considèrent le phénomène de la putréfaction comme appartenant exclusivement à la matière organique animale, et donnent le nom de pourriture à la destruction des matières végétales.

Cette différenciation est basée sur le degré de fétidité plus grande des gaz qui se dégagent des matières animales en voie de décomposition. Néanmoins, il est évident qu'une pareille distinction n'a rien de bien précis, attendu que certaines décompositions végétales répandent des odeurs tout aussi infectes que celles des matières animales; nous citerons, par exemple, la fermentation des cossettes de betterave, ou celle du chanvre, pendant l'opération du rouissage.

Nous savons, d'autre part, qu'il y a des décompositions de matières animales qui produisent peu de gaz odorants, ou même n'en produisent pas du tout. Le terme de putréfaction n'est donc, à nos yeux, qu'une

appellation générale, s'appliquant indistinctement à tout phénomène d'altération et de décomposition d'origine microbienne, quel que soit d'ailleurs le milieu organique dans lequel agissent les ferments.

Les liquides organiques ne subissent aucune altération, comme l'a démontré Pasteur, s'ils sont recueillis avec soin, de manière à éviter que les germes de l'air ne les souillent. L'urine, le sang, demeurent ainsi indéfiniment stériles et conservent leur aspect primitif.

Il n'en est plus de même au cas où l'on abandonnerait à l'air libre une certaine quantité de sang, de lait ou d'urine ; si l'on recueille du sang dans un ballon, il ne tardera pas à se coaguler et à se prendre en un caillot ; puis, au bout de quelques jours, suivant la température, la surface exposée à l'air prendra une teinte plus ou moins verdâtre, tandis qu'une partie du caillot se liquéfiera ; cette liquéfaction de la fibrine aura lieu de haut en bas du ballon et s'effectuera avec un dégagement gazeux, plus ou moins putride.

Si l'on examine une goutte du liquide, on y remarquera une multitude énorme de micro-organismes très ténus, mobiles ou immobiles, plusieurs même se déplaçant avec assez de rapidité.

Après quelques jours encore, toute la masse du sang sera complètement liquide et présentera une couleur d'un vert noirâtre.

Les micro-organismes qui se sont développés au début de la période de putréfaction sont des espèces aérobies. Ils absorbent l'oxygène avec une très grande avidité, et leur puissance comburante est telle, que

l'oxygène contenu dans le ballon disparaît entièrement et se trouve remplacé par de l'acide carbonique.

Certains microbes doués de la propriété d'être à la fois aérobies et anaérobies pourront commencer à se développer et à produire non plus des corps totalement brûlés, comme l'acide carbonique, mais des gaz réducteurs, tels que l'hydrogène libre, l'hydrogène sulfuré, et même de l'azote dans certains cas.

Les êtres anaérobies, trouvant de la sorte un milieu propre à leur croissance, continueront l'œuvre de destruction commencée par les aérobies facultatifs et augmenteront l'intensité de dégagement des gaz réducteurs. C'est à ce moment que l'hydrogène libre apparaîtra en quantité considérable.

Ces ferments anaérobies ne tardent pas, à leur tour, à être arrêtés dans leur développement par la présence de certains produits plus ou moins complexes auxquels ils ont donné naissance et qui ne leur permettent plus de vivre.

Ces produits, au contraire, peuvent être utilisés à nouveau par les aérobies, qui, grâce au secours de l'oxygène, accentuent de plusieurs degrés encore la marche descendante de la matière organique vers la destruction finale gazeuse.

Non seulement ces aérobies détruisent la matière organique déjà réduite par les anaérobies, mais ils brûlent les débris des ferments anaérobies eux-mêmes.

Enfin, ils sont brûlés par les mucédinées, les végétations cryptogamiques et divers ferments de la cel-

lulose, et c'est ainsi que, peu à peu, sous l'influence d'espèces microbiennes différentes vivant les unes et les autres sur un milieu qu'elles auront tour à tour transformé en milieu impropre à leur développement, la matière organique complexe se trouvera ramenée et restituée au règne minéral.

Ainsi que nous venons de l'expliquer, les générations de micro-organismes que nous avons distribués en trois grands groupes assez bien délimités, c'est-à-dire les aérobies, les aérobies facultatifs et les anaérobies, se succèdent les unes aux autres dans un ordre à peu près régulier, lorsqu'on opère comme nous l'indiquons plus haut. On conçoit aisément que bien des causes soient susceptibles de modifier un semblable enchaînement; si, au lieu d'opérer avec un liquide contenu dans un vase dont l'accès est difficile à l'oxygène, on opère avec un liquide étalé en mince couche dans une capsule, les vibrioniens ne se montrent qu'en très faibles proportions.

Dès lors, la décomposition sera modifiée non seulement dans l'ordre de succession des microbes qui vont évoluer dans le liquide ainsi soumis à l'expérience, mais aussi dans les produits ultimes de la décomposition organique.

Il semble donc que ces produits ultimes de la putréfaction soient fonction de l'ordre de succession de ces cultures microbiennes. Nous savons bien par expérience que les corps organisés abandonnés à la putréfaction libre évoluent vers le terme final, comme nous l'avons dit; mais nous savons égaletment

que, dans certaines conditions encore mal définies, la décomposition s'arrête presque au commencement ou à moitié terme; quelquefois même la matière organique subit un arrêt de décomposition d'une nature particulière, une momification sèche, ou, au contraire, une momification grasse, véritable dégénérescence graisseuse de tous les tissus.

C'est qu'il faut, en outre des conditions chimiques du milieu, des conditions de température, d'humidité, nécessaires à tel ou tel genre de microbe.

Si, au lieu de laisser putréfier spontanément une matière organique liquide comme le sang, nous abandonnions à la putréfaction un morceau de viande crue, l'ordre d'envahissement des micro-organismes sera toujours à peu près le même.

Les aérobies et les aérobies facultatifs commenceront par se développer à la surface du morceau de viande et pénétreront, par les interstices des muscles, des capillaires, des vaisseaux lymphatiques, jusque dans les parties profondes; ils liquéfieront peu à peu toute la masse musculaire, grâce aux diastases en général multiples qu'ils sécrètent eux-mêmes, et rendront ainsi la chair musculaire capable de nourrir les vibrioniens; ensuite, ceux-ci céderont la place aux acrobies, aux moisissures, etc., etc.

Mais, si nous plaçons ce même morceau de viande sous une cloche contenant de l'acide sulfurique, afin d'enlever toute trace d'humidité dans l'air de la cloche, le morceau de viande se desséchera peu à peu, la dessiccation empêchera l'action des diastases sur le

tissu cellulaire et enrayera plus ou moins vite, suivant la grosseur du morceau de viande, la décomposition de la matière organique.

Il est évident que, dans ces conditions, nous ne trouvons plus les mêmes produits simples que ceux dont il a été parlé.

Étudions maintenant la manière dont se comporte le phénomène de la putréfaction dans un cadavre, et considérons le cas le plus simple, celui du cadavre d'un individu mort accidentellement et qui serait exposé à l'air libre.

On sait que, normalement, notre épiderme nous protège contre l'invasion des germes. Nous négligerons donc ce point de vue de l'attaque par les micro-organismes ; ceux-ci, en effet, pénètrent par le tube digestif, et Leuwenhœck avait depuis longtemps signalé la présence de vibrions dans le canal intestinal. Comme l'a si clairement démontré Duclaux dans ses belles études sur le lait, ces vibrions sont tous producteurs de diastases qui peuvent liquéfier non seulement la caséine, mais encore la fibrine.

On trouve ces vibrioniens en assez grande quantité, tapissant les parois de l'intestin ; ils remontent même jusqu'à une certaine hauteur dans les conduits des glandes qui débouchent dans l'intestin. Duclaux en a trouvé tout le long du canal de Virsung.

Ces vibrions, se trouvant en présence de cellules mortes, commencent immédiatement à agir sur elles, et les diastases qu'ils sécrètent en entraînent la rapide dissolution ; ils pénètrent de la sorte facilement dans

les veines, les artères et les vaisseaux lymphatiques de l'abdomen, et produisent des quantités de gaz qui, au fur et à mesure de leur production, sont refoulés dans tous les vaisseaux.

Cette circulation gazeuse dissémine les micro-organismes à travers le cadavre tout entier, et aide puissamment à la rapide décomposition de tout l'individu. Les gaz sont fournis en très grande abondance, surtout si la température extérieure y est favorable.

Dans ce cas, la peau devient distendue, la face est boursoufflée, les paupières sont gonflées, la poitrine est bombée, le ventre est ballonné, le scrotum est volumineux, et la résistance est encore diminuée par l'effet de la liquéfaction des masses musculaires ; aussi, ces dernières ne tardent-elles pas à livrer accès aux aérobies, qui continueront l'œuvre de destruction entamée par les anaérobies.

S'il s'agit d'un cadavre enfoui dans le sol, nous remarquons que la putréfaction débute d'une façon identique à celle que nous venons de signaler, avec cette seule différence que la peau est assez rapidement envahie par des *penicillium*, des *aspergillus* et des colonies plus ou moins nombreuses de microbes aérobies.

Comme le corps se trouve plongé dans un milieu généralement poreux, humide, la quantité d'oxygène est suffisante pour permettre à ces végétations cryptogamiques de se développer. Seulement, par suite du contact avec un milieu aussi absorbant que l'est en général la terre, il arrive que la liquéfaction, la disso-

lution du cadavre est moins complète qu'elle ne le serait à l'air libre ; circonstance qui favorise l'invasion de microbes aérobies, lesquels empruntent à ces conditions un milieu où non seulement l'oxygène pénètre avec plus d'aisance, mais encore où les produits de la décomposition capables de s'opposer à la persistance de leur action disparaissent plus facilement.

Toutefois, dans ces divers états, la destruction complète du cadavre est moins rapide que lorsqu'il est exposé à l'air. Bien des causes peuvent encore en retarder plus ou moins la destruction, et, parmi ces causes, les plus importantes, à notre avis, sont d'abord la profondeur à laquelle on enfouit les cadavres, en second lieu la nature du terrain, sa porosité, son degré d'humidité, etc.

On conçoit, en effet, d'après ce que nous venons de dire, que plus un cadavre est rapproché des conditions de putréfaction à l'air libre, plus sa décomposition doit être rapide. Il est certain que si un corps est profondément enfoui, les échanges gazeux seront, au début, plus difficiles, et, ce qui offre plus d'importance, les germes aérobies se montreront plus rarement, ainsi qu'il résulte des expériences qui ont été faites sur la couche microbienne des différents terrains.

D'un autre côté, si le terrain est imperméable, comme cela a lieu dans certains cimetières, le Père-Lachaise, le cimetière de Saint-Nazaire par exemple, où les cadavres sont enfouis dans la glaise, les corps, étant privés non seulement d'oxygène, mais encore de germes aérobies, la putréfaction s'arrête à une cer-

taine phase et les cadavres restent dans ce *statu quo* presque indéfiniment.

Il se produit de la sorte une modification dans l'aspect et dans la composition de la matière organique : une grande partie de la masse musculaire se transforme en une masse blanche, cireuse, qu'on appelle gras de cadavre. Les organes internes conservent à peu près leur forme primitive ; on peut même reconnaître ces organes au bout d'une période de plus de cinq ans !

Le tissu musculaire se modifie aussi, et, comme l'ont prouvé Virchow, Wetherill, etc., l'adipocire paraît être composé d'acides gras, dont plusieurs sont parfaitement cristallisables.

Certains auteurs ont soutenu que cette formation de gras de cadavre était due à la présence de microbes particuliers. Blondeau, entre autres, avait signalé à tort la présence d'un bacille qui fournissait ainsi de l'acide stéarique palmitique aux dépens de la matière protéique. En principe, cette hypothèse n'a rien de bien extraordinaire, comme l'a si judicieusement fait remarquer Duclaux, attendu que nous connaissons des ferments qui transforment les matières protéiques en acide butyrique, valérianique, etc.

Nous ne croyons pas non plus qu'il soit nécessaire de faire entrer en jeu des micro-organismes spéciaux, d'ailleurs hypothétiques, pour expliquer la formation de ce gras de cadavre.

Le phénomène de la transformation de la matière organique en acides gras pourrait bien résulter d'une

modification dans les transformations chimiques de la matière protéique, sous l'influence des diverses diastases, action modifiée à son tour par plusieurs causes, telles que l'absence d'oxygène, la plus ou moins grande quantité d'humidité ou de chaleur, etc.

Le rôle de l'eau, de l'humidité, est, en effet, tout aussi capital que celui de l'oxygène dans la formation du gras de cadavre ; nous savons que les cadavres exposés dans des endroits spéciaux, caveaux, chambres mortuaires de certaines églises, hospices, couvents plus ou moins célèbres, se dessèchent sans se putréfier complètement.

La température y est très différente, par exemple celle des caveaux de la Morgue de l'hospice du Mont-Saint-Bernard et celle des chambres mortuaires des capucins de Palerme ; mais tous ces locaux contiennent un air très sec, et l'évaporation est telle, que les germes de la putréfaction n'ont pas le temps de se développer avec une rapidité suffisante pour atteindre les parties superficielles avant leur complet desséchement ; dans ces conditions d'un nouveau genre, l'action des microbes et de leurs diastases ne peut plus avoir lieu et les corps sont momifiés.

On constate des phénomènes analogues sur les cadavres des gens abandonnés dans les déserts de l'Afrique et sur ceux du nord de l'Himalaya ; d'un côté, la chaleur amène un prompt desséchement de l'individu ; de l'autre, les vents froids et secs du haut Thibet exercent une action identique.

Ces momies prennent une teinte brunâtre, due très

vraisemblablement à l'extravasation du sang dans tous les tissus, les muscles et la peau, et se racornissent ; le corps conserve sa forme primitive et exhale une odeur *sui generis*, rappelant d'assez près l'odeur de vieux fromages rances. Ici, il ne se produit plus d'adipocire, les conditions dans lesquelles y vivent les germes de la putréfaction étant aussi différentes que celles que nous avons eu occasion de signaler à propos des cadavres inhumés dans le cimetière de Saint-Nazaire.

Il est probable qu'il se forme dans ces momifications des corps gras volatils qui disparaissent peu à peu, par l'évaporation intense à laquelle sont soumis les corps.

Dans ce rapide exposé, nous avons passé en revue les diverses forces mises en jeu par la nature pour ramener la matière organique à son état le plus simple, *i, e*, au monde minéral et les causes variées qui peuvent amener la dislocation plus ou moins rapide de cette molécule organique.

Jusqu'ici, nous nous sommes borné à tracer les grandes lignes d'un phénomène très complexe par lui-même. Maintenant, en nous appuyant sur un certain nombre d'expériences que nous avons faites, nous allons essayer de pénétrer plus avant dans un sujet qui, au premier abord, paraît d'une grande simplicité, mais qui, en réalité, est hérissé de difficultés presque inurmontables, du moins en l'état actuel de la science.

ÉTUDE SUR LA PUTRÉFACTION

PREMIÈRE PARTIE GAZ DE LA PUTRÉFACTION

CHAPITRE PREMIER ANALYSE DES GAZ PRODUITS PENDANT LA FERMENTATION PUTRIDE

L'étude de la putréfaction serait chose relativement facile si l'on pouvait, d'une part, isoler les principaux germes qui amènent ces décompositions et, d'autre part, les faire agir sur les différentes matières albuminoïdes ou azotées qui composent les matières organiques dont nous nous occupons.

Nous savons combien il est difficile, en l'état actuel de la science, d'interpréter certains des résultats auxquels nous pourrions arriver en raison des faibles

connaissances que nous possédons sur la constitution des matières albuminoïdes.

Certes, les expérimentateurs n'ont pas manqué pour étudier, par une voie détournée, la composition de cette molécule albuminoïde, les uns en utilisant les actions si différentes de divers ferments, d'autres, au contraire en employant les procédés chimiques, en faisant intervenir des acides ou des alcalis, etc.

Il nous est impossible, sous peine de nous laisser entraîner trop loin, d'exposer la multitude de faits qui autorisent à croire que cette molécule albuminoïde subit des actions variées en présence des diastases, soit en présence des milieux acides ou alcalins, etc., actions qui sont en tout semblables à celles que subissent les matières hydrocarbonées.

Ces analogies ne sauraient, toutefois, nous être d'aucune utilité pour expliquer certains faits que nous avons observés. La composition de la molécule albuminoïde a un immense intérêt biologique, et les nombreux travaux qui ont été publiés sur cette question démontrent amplement la difficulté et la complication du problème résultant des causes multiples mises en jeu dans de pareilles expériences.

La grande variété des microbes susceptibles de disloquer la matière albuminoïde, les différences d'action dans le même microbe suivant les conditions chimiques et physiques du milieu, viennent encore ajouter de nouvelles difficultés à celles qui tiennent à la nature même du sujet à étudier.

Nous avons dû recourir fréquemment aux remarquables travaux de Duclaux sur les divers produits de la fermentation de la caséine, soit pour en tirer, par la frappante similitude du sujet, l'explication de faits qui nous paraissaient, au premier abord, malaisés à interpréter, soit pour puiser dans l'étude attentive des nombreuses expériences de notre premier maître l'esprit critique et déductif, sans lesquels tout travail expérimental est condamné à demeurer stéril.

Duclaux avait déjà prouvé que certains ferments de la caséine, lorsqu'ils vivent à ses dépens, produisent d'une façon constante des dégagements gazeux composés d'acide carbonique et d'hydrogène.

Au début de la fermentation, une partie de l'hydrogène se transforme en hydrogène sulfuré, l'hydrogène à l'état naissant, exerçant son action sur le soufre ou les sulfates des sels en dissolution.

Nous verrons dans la suite que certains micro-organismes agissent de façon identique sur d'autres matières albuminoïdes et que, pour le sang en particulier, on obtient des résultats semblables lorsqu'on le fait fermenter avec des microbes bien définis.

Les produits ultimes peuvent varier suivant les conditions dans lesquelles se fait l'expérience ; ainsi, par exemple, en faisant fermenter du sang avec un anaérobie facultatif, on obtiendra des produits différents, selon que l'expérience aura été conduite, au début, dans une atmosphère contenant plus ou moins d'oxygène, ou bien suivant la température à laquelle aura eu lieu l'expérience.

Il y a là un phénomène analogue à celui que l'on rencontre chez l'*actinobater polymorphus* de Duclaux, dans la fermentation du lait, lequel, suivant le degré d'aération du milieu, fournit ou de l'alcool ou de l'acide acétique, ou même les deux à la fois.

Si nous constatons des différences dans les produits gazeux en mettant en action les mêmes microbes, sur les mêmes milieux et dans les mêmes conditions de température, quelles différences ne trouverons-nous pas si nous analysons les gaz de la putréfaction dans des cadavres, où tant de micro-organismes peuvent faire varier les conditions d'expérience, non seulement d'un expérimentateur à un autre, mais encore chez le même expérimentateur, suivant que ce dernier aura fait ses prises de gaz sur un cadavre dont la putréfaction se sera produite dans l'eau ou à l'air libre ?

En effet, il appert des analyses des gaz, dans la putréfaction à l'abri de l'air, de la gélatine, de la fibrine et de l'albumine, que les variations dans le taux pour cent de l'acide carbonique constatées par Jeanneret sont, le troisième jour, de 80.88 0/0 avec l'albumine et de 86.77 0/0 avec la fibrine ; pour l'azote et l'hydrogène, on trouve, le trente et unième jour, 19.12 0/0 avec l'albumine et 13.23 0/0 avec la fibrine.

Si nous faisons abstraction de ces différences et que nous considérons seulement la marche générale du phénomène, nous constatons que le taux pour cent d'acide carbonique croît sans cesse, tandis que la pro-

duction d'hydrogène subit une progression inverse.

Ces résultats ont été obtenus par MM. Gautier et Étard dans leurs recherches sur la putréfaction ; ces auteurs ont, de plus, signalé dans la putréfaction de la viande la présence de l'acide lactique et de l'acide butyrique libre en plus grande abondance que dans la décomposition de la chair de poisson.

Dans les expériences auxquelles nous nous sommes livré avec M. J. Ôgier, et dont nous reproduisons ci-contre le *modus operandi*, nous avons pu nous rendre compte assez exactement de la marche du phénomène et déterminer d'une façon assez précise les dégagements gazeux qui se produisent dans certaines fermentations putrides.

La première expérience a été faite sur le cadavre d'un enfant mâle, à terme, mort pendant le travail, le 10 octobre ; l'enfant n'avait pas respiré et, lorsqu'il a été soumis à l'expérience, son corps était recouvert, en certains endroits, de végétations cryptogamiques.

Ce cadavre a été placé dans un grand bocal droit, d'une capacité de 25 litres environ ; la partie supérieure du bocal était fermée par un couvercle plat, rodé et percé de deux trous par lesquels pénétraient deux tubes à dégagement, munis de robinets.

Un de ces tubes s'adaptait à une série de flacons laveurs contenant de l'acide sulfurique, du sulfate de cuivre, de la potasse étendue, du brome et de la potasse.

L'autre tube permettait de recueillir les gaz directement. L'appareil étant ainsi monté, nous avons

laissé la putréfaction s'accomplir à la température du laboratoire.

L'expérience a commencé le 20 octobre et la première prise de gaz a été faite le 24 octobre. En voici les résultats :

	CO ²		Az	CO Oxyg.	H	H ² S	Acét.	Ph.H ³
24 octobre	42,5	—	82,	— 5,5	—	—	—	—
26 —	20,52	—	79,48	— —	—	—	—	—
27 —	25,61	—	74,39	— —	—	—	—	—
29 —	33,12	—	66,88	— —	—	traces	—	—
31 —	41,36	—	58,64	— —	—	—	—	—
6 novembre	53	—	34	— — 13	—	—	—	—
13 —	59	—	26,40	— — 13,7	—	—	—	—
17 —	63,09	—	25,87	— — 11,04	—	—	—	—
19 —	64,28	—	23,72	— — 12,90	—	—	—	—
22 —	67,10	—	21,10	— — 11,80	—	—	—	—
3 décembre	71,80	—	20,20	— — 9	—	—	—	—

Le dégagement gazeux devenant de plus en plus insensible, probablement à cause de la température, nous avons arrêté notre expérience quelques jours après cette dernière analyse de gaz.

Nous avons examiné nos différents flacons laveurs installés, comme nous l'avons dit, à la suite d'une des deux tubulures du bocal.

Les flacons de brome, de chlorure cuivreux, étaient restés intacts en conséquence, nous sommes autorisés à affirmer que, durant l'expérience, il n'y a jamais eu, à quelque moment que ce soit, production d'éthylène et d'oxyde de carbone; dans les flacons d'acide sulfurique et d'acide sulfurique normal, ni dans les flacons de potasse nous n'avons trouvé d'ammoniaque et de méthylamines; enfin, sur le résidu de

la potasse nous n'avons pas davantage obtenu d'hydrogène sulfuré.

Deuxième expérience. — Nous avons placé dans un flacon identique à celui qui nous avait servi dans la première expérience le cerveau d'un individu mort huit jours auparavant.

La seule modification apportée à l'appareil précèdent a été l'adaptation d'un manomètre à air libre à l'un des orifices des deux tubes à dégagement et le remplacement du robinet simple par un robinet à trois voies, ce qui nous permettait de faire passer les gaz de la putréfaction soit dans la série des flacons laveurs, soit dans la cuve à mercure directement.

Le nombre des flacons laveurs a aussi été considérablement augmenté; les deux premiers contenaient du sulfate de cuivre, les deux suivants de l'acide sulfurique, et les derniers, en nombre égal, contenaient du chlorure cuivreux, de la potasse, du brome, etc.

L'expérience a commencé le 24 octobre et la prise de gaz a été faite le 25. Voici les résultats :

	CO ²	H	Az.	CO	Oxy.	H ² S	Acet.	PhH ³
25 octobre	40,00	—	59,82	—	0,18	—	—	—
26 —	83,6	traces	16,40	—	—	traces	—	—
30 —	90,70	—	9,30	—	—	—	—	—
5 novembre	96,70	0,57	2,73	—	—	—	—	—
15 —	97,40	1,2	1,4	—	—	—	—	—
23 —	98,30	traces	1,70	—	—	—	—	—

L'analyse des contenus des flacons laveurs ne nous a pas fourni de résultats positifs relativement à

l'oxyde de carbone, à l'hydrogène phosphoré et à l'acétylène.

Seul, le premier flacon laveur à acide sulfurique était obstrué par une matière jaune, ressemblant à du soufre, mais en partie soluble dans l'eau et ayant une odeur allylique.

Cette matière jaune était également soluble dans le sulfure de carbone, et par évaporation ce dissolvant abandonnait le corps sous forme d'un culot semblable à du soufre.

Ce résidu était insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans l'éther, etc.; il brûlait en laissant un volumineux dépôt de charbon. Cette matière sulfurée a reparu dans des expériences analogues, mais en quantités trop petites, pour qu'il soit possible de les étudier plus complètement.

Il résulte des expériences que nous avons faites avec M. Ogier, et en particulier des deux précédentes, qui sont concluantes, que l'acide carbonique se dégage d'une façon continue pendant la putréfaction; ce dégagement croît sans cesse jusqu'à la fin et ne tarde pas à atteindre le volume total du gaz produit.

L'hydrogène ne se montre guère au début; probablement, la production de ce gaz suit aussi une marche analogue à celle de l'acide carbonique, du moins pendant la première période de la putréfaction; seulement, la majeure partie du gaz à l'état naissant se combine avec le soufre et avec d'autres corps pour former de l'hydrogène sulfuré, etc., etc., et ce n'est que lorsque son action réductrice a cessé d'être

utilisée que se produit le dégagement d'hydrogène que nous avons noté.

Toutefois, comme nous le disions plus haut, l'augmentation de volume de l'hydrogène ne tarde pas à s'arrêter, pour décroître ensuite vers la fin du dégagement gazeux de la putréfaction.

De plus, nous remarquons l'absence d'hydrogène phosphoré aussi bien dans la décomposition du cadavre de l'enfant que dans celle du cerveau ; cette absence d'hydrogène phosphoré, dans ce dernier cas, est assez intéressante à enregistrer.

Enfin, nous n'avons jamais rencontré d'hydrogène carboné ; nous avons pratiqué des analyses de gaz provenant du sang putréfié, dans les conditions les plus variées et, contrairement ce qu'ont observé Boutmy, Grehant, le carbure d'hydrogène n'a, en aucune circonstance fait son apparition dans les circonstances de nos expériences.

Ce résultat négatif est certainement insuffisant, mais il se peut que la présence de ces carbures ne soit due qu'à des fermentations accidentelles provenant des hydrates de carbone qui se trouvent toujours en plus ou moins grande quantité dans le tube digestif des cadavres.

De leur côté, MM. Gautier et Etard n'ont jamais trouvé d'hydrogènes carbonés dans la putréfaction des matières albuminoïdes, et les expériences que nous avons faites sont venues confirmer l'opinion émise par ces savants.

Popoff n'a pas non plus rencontré de carbures

d'hydrogène dans la décomposition des matières albuminoïdes ; cet expérimentateur a démontré, au contraire, que la présence de l'hydrogène carboné se produisait toujours dans la fermentation des matériaux celluloses.

Planer a fait des analyses de gaz sur des cadavres conservés à basse température pour empêcher l'apparition des fermentations putrides. Voici les résultats obtenus :

	Estomac.		Intestin grêle.		Gros intestin.		
Acide carbonique..	20,79	33,83	16,23	32,27	30,64	34,80	34,19
Hydrogène.....	6,71	27,58	4,04	35,53	—	—	—
Hydrogène proto-carboné.....	—	—	—	—	—	—	12,88
Hydrogène sulfuré.....	—	—	—	trace	—	—	traces
Azote.....	72,50	38,22	79,73	31,63	69,36	65,20	50,20
Oxygène.....	—	0,37	—	0,05	—	—	2,73
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Planer n'a trouvé d'hydrogène protocarboné que dans le gros intestin, et cela dans un seul cas uniquement. D'autre part, MM. Brouardel et Boutmy ont analysé les gaz retirés du scrotum et de l'abdomen d'un noyé qui commençait à entrer en putréfaction. L'analyse a donné les résultats suivants :

	Scrotum. Gaz au commencement de la putréfaction.	Abdomen. Gaz à une époque plus avancée de la putréfaction.
Hydrogène.....	12,173	11,531
Hydrogène sulfuré....	1,259	1,398
Hydrogène carboné...	13,355	5,986
Acide carbonique.....	33,471	64,685
Oxygène.....	7,851	traces
Azote.....	31,911	17,400
	100,000	100,000

Ces différences tiennent très certainement à des causes indépendantes des expérimentateurs, causes qui sont, comme nous l'avons dit, soumises à l'empire de la nature des matières alimentaires absorbées.

Les expériences faites par Ruge sur les gaz du gros intestin de l'homme en bonne santé ont fait voir qu'il y avait des variations très grandes dans la nature et dans la quantité des gaz produits, suivant telle ou telle alimentation.

Ruge a, en effet, trouvé :

	Alimentation lactée.			Alimentation de légumes secs.				Alimentation de viande.		
Acide carbonique.	16,8	9,9	34,0	38,4	21,0	35,4	17,6	13,6	12,4	8,7
Azote.....	38,3	36,7	19,1	10,6	18,9	21,8	32,2	45,9	57,8	64,4
Hydrogène proto- carboné.....	0,9	—	44,5	49,3	* 55,9	42,8	50,2	37,4	27,5	26,4
Hydrogène.....	43,3	54,2	2,3	1,5	4,0	—	—	3,0	2,1	0,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

L'alimentation lactée ne produit pas d'hydrogène carboné, tandis qu'au contraire on y rencontre de très fortes proportions d'hydrogène libre.

L'alimentation des légumes secs fournit de très grandes quantités d'hydrogène carboné, ainsi que l'alimentation par la viande, quoique en proportion un peu moindre.

CHAPITRE II

DES DIFFÉRENTES THÉORIES ÉMISES SUR LA PUTRÉFACTION ET SUR LA NOCUITÉ DES ÉMANATIONS GAZEUSES PROVENANT DES CIMETIÈRES.

L'étude des gaz de la putréfaction ne présente pas seulement un intérêt purement scientifique ; elle a une importance très grande en hygiène, où la question de la nocuité des cimetières se trouve en quelque sorte dépendante des émanations gazeuses produites par la putréfaction des corps.

La théorie de la nocuité des cimetières compte de nombreux partisans parmi les hygiénistes les plus distingués ; plusieurs d'entre eux considèrent les émanations gazeuses qui s'échappent du sol des champs de repos comme susceptibles de devenir un foyer d'infections plus ou moins pestilentiellles, miasmatiques, etc., pouvant, dans certains cas, provoquer des épidémies dans le voisinage ; d'autres, depuis les belles découvertes de Pasteur, pensent que les germes de maladies infectieuses peuvent,

à un moment donné, remonter jusqu'à la surface du sol, par un mécanisme peut-être analogue à celui qui y ramène les spores du charbon, ou bien encore polluer les sources par les infiltrations souterraines.

La première doctrine, celle de la nocuité des émanations des cimetières, est très ancienne ; les nombreux mémoires qui ont été écrits sur ce sujet concluent tous à l'insalubrité des cimetières.

Si on analyse la plupart de ces travaux, on remarquera qu'ils contiennent une foule d'allégations sans preuves, de dissertations hypothétiques et d'observations incomplètes. Un des plus anciens documents que nous possédions sur la question de la nocuité des cimetières date de 1771, il a été publié par Haguenot et est intitulé : *Mémoire sur les dangers des inhumations*.

L'auteur cite plusieurs cas d'asphyxie chez des *enterreurs*, lors d'inhumations faites dans les caves communes de l'église Notre-Dame.

Haguenot raconte que, le 29 octobre 1746, il a voulu se rendre compte de la nature des gaz qui s'échappaient de ces caves ; il en fit ouvrir une, « qui
« est tout près du banc de MM. les Trésoriers de
« France. Je présentai à son ouverture une bougie
« allumée qui s'éteignit sur-le-champ, signe certain
« de la malignité de la vapeur ; puis, ayant rallumé
« la bougie, pour voir la profondeur de la cave, nous
« découvrîmes, à la faveur de la clarté, une bière dont
« la planche qui forme le couvercle s'étant détachée
« avait laissé à découvert le visage d'une jeune fille

« qui avait été enterrée depuis huit jours et dont on
« distinguait parfaitement les traits, ce qui était
« arrivé sans doute parce que l'enterreur ayant laissé
« tomber la bière du haut de la cave dans le fond, le
« coup avait fait sauter cette planche. »

Les constatations que fit Haguenot sur la nature des gaz de ces caves mortuaires étaient les suivantes :

1° Toutes les fois qu'il fit ouvrir la cave commune, il s'en échappait une vapeur puante, imprégnant les vêtements, et dont l'odeur était plus accentuée, suivant que la cave était fermée plus ou moins hermétiquement ou qu'elle n'avait pas été ouverte depuis un temps plus ou moins long ;

2° Du papier enflammé ou une torche allumée s'éteignaient aussitôt présentés à l'ouverture de cette cave ;

3° Différents animaux, introduits dans cette cave, y mouraient en quelques minutes.

Enfin, la quatrième expérience a été faite en présence de Le Nain, intendant de la province, et de trois académiciens de la Société royale.

« Cette vapeur était si maligne, qu'elle conservait
« toutes ses qualités même après avoir été puisée
« dans des bouteilles que j'avais plongées dans la
« cave, en sorte que la flamme s'y éteignait et que
« les animaux y étaient affectés, avec cette seule
« différence que les accidents n'étaient pas si
« violents dans les bouteilles, ni les accidents si
« prompts.

« Je fis, en présence de M. Le Nain, ces mêmes
« épreuves dans une bouteille que j'avais remplie de
« cette vapeur depuis un mois et demi, et que j'avais
« eu soin de boucher exactement. »

En nous appuyant sur la description des phénomènes engendrés par cette vapeur *maligne*, nous constatons que Haguenot s'est trouvé en présence d'asphyxie par la production d'acide carbonique, et que ces caves mortuaires, où les corps étaient placés les uns à côté des autres, d'une façon très sommaire, n'offraient certainement pas les conditions favorables à la rapide disparition de la matière organique ; aussi, est-ce à juste titre que Haguenot réclamait purement et simplement la suppression des sépultures dans les églises, coutume, dit-il, « qui résulte
« de la vanité humaine et de l'avarice, dont les clercs
« ne sont pas toujours exempts. »

Maret, dans le mémoire sur l'usage où l'on était d'enterrer les morts dans les églises et dans l'enceinte des villes, mémoire publié à Dijon en 1773, expose une théorie à l'aide de laquelle il explique comment se produit la putréfaction et comment les gaz de la putréfaction se répandent dans l'air.

Il cite un certain nombre d'observations empruntées à Ambroise Paré, Georges Hannéus, etc. ; puis, il conclut à la malignité des vapeurs qui s'exhalent, soit des puits remplis de fumier, soit des fosses ayant contenu des cadavres ; il attribue à ces *vapeurs putrides* l'origine d'une fièvre pestilentielle qui ravagea en particulier l'Angenois, en 1562.

Ici encore le gaz incriminé est l'acide carbonique qui s'exhale aussi bien d'une fosse à fumier que d'une fosse contenant des cadavres.

La fermentation des matières organiques végétales et la fermentation des matières organiques animales ont ce caractère commun, à savoir : que toutes deux se traduisent, à un moment donné, par un abondant dégagement d'acide carbonique.

Il se peut également que, dans des circonstances déterminées, l'hydrogène sulfuré ait produit des accidents analogues à ceux qui affectent encore, de nos jours, les vidangeurs, et qui sont connus sous le nom de *plomb*.

Maret rappelle un certain nombre d'épidémies de fièvre catarrhale qui sévissent dans certaines localités à la suite de fouilles faites dans d'anciens cimetières.

Ce sont là, comme nous le disions au début de cet historique, des affirmations ne reposant sur aucune preuve palpable, et, lorsqu'une épidémie éclate parmi une population, il n'y a rien d'extraordinaire à ce que ceux qui en recherchent l'origine l'aient, à ce moment critique, attribuée à des fouilles faites dans des cimetières.

Les partisans de la nocuité des nécropoles se sont tous servis de ces documents anciens à l'appui de leurs thèses, et même, chose curieuse, outre l'usage qu'ils ont cru devoir faire de documents pareils, ils ont repris pour leur propre compte les hypothèses invraisemblables contenues dans ces mémoi-

res, pour expliquer l'action nocive des cimetières.

Tardieu, en effet, a emprunté à Maret la théorie suivante pour essayer de démontrer l'action nocive des cimetières placés à l'intérieur des villes.

Nous ne pouvons résister au plaisir de la citer en entier, car cet essai de l'application des lois de la physique au mode de dégagement et d'expansion dans l'atmosphère des produits volatils de la décomposition des cadavres, comme l'appelait Tardieu, est un chef-d'œuvre dans son genre :

« Tout corps livré à la putréfaction doit être
« regardé comme un foyer d'où s'élancent en tous
« sens des corpuscules fétides, dont la direction
« forme des rayons plus ou moins étendus, plus ou
« moins inclinés à l'horizon.

« Ces rayons à l'air libre, et quand la mobilité de
« ce fluide ne les brise point et ne change point leur
« direction, se rendent sensibles à un plus ou moins
« grand éloignement, suivant la force des écoule-
« ments qui en constituent l'essence; et, quoiqu'on
« ne puisse pas déterminer avec précision leur
« étendue, il semble que l'expérience autorise à leur
« donner, en un temps calme, au moins celle de
« 25 à 30 pieds.

« La terre, par la résistance qu'elle oppose à ces
« écoulements, produit sur leurs rayons des effets
« qu'il est intéressant de remarquer; elle les rac-
« courcit nécessairement et modifie leur direc-
« tion.

« Il n'est pas possible de soumettre au calcul ce rac-

« courcissement ni ce changement de direction ; mais
« l'on peut donner pour assuré qu'il est proportionnel
« à l'épaisseur de la couche terreuse ; et comme, dans
« cette occasion où l'expérience ne peut pas guider,
« il est permis de faire des suppositions, pourvu qu'on
« ne s'écarte pas de la vraisemblance, je supposerai
« qu'une couche terrestre d'un pied d'épaisseur
« raccourcit les rayons de 2 pieds et même de 3,
« si l'on veut ; c'est probablement exagérer son
« effet, puisque l'on voit des sources se manifester
« par des exhalaisons sensibles, quoiqu'elles soient à
« plus de 20 ou 30 pieds au-dessous de la surface du
« terrain et que les écoulements étant fluides et les
« pores de la terre pouvant être assimilés à des tubes
« capillaires, il est à présumer que l'effet de l'obs-
« tacle opposé aux émanations par les molécules
« terreuse n'est pas à beaucoup près aussi considé-
« rable que je le suppose.

« J'admettrai cependant comme constant pour ne
« pas donner lieu à la plus légère objection, et, partant
« de cette supposition, je trouve qu'un corps mort
« enfoui à 7 pieds de profondeur ne doit porter des
« exhalaisons qu'à 5 ou 6 pieds au-dessus de la
« surface de la terre ; mais que 4 pieds de terre
« laissent assez de force aux émanations pour
« s'élever à 12 ou 15 pieds et même beaucoup plus
« haut.

« Un autre effet nécessaire de l'action des couches
« terreuses est la réfraction des rayons d'écoulement.

« Celle-ci doit être proportionnelle à l'épaisseur de

« ces couches et l'on est en droit de supposer que
« les rayons partis d'un corps enterré à 7 pieds de
« profondeur seront tous réfractés et tellement
« rapprochés de la perpendiculaire qu'il deviendront
« tous parallèles entre eux et que les émanation
« d'un cadavre s'élèveront à peu de chose près
« perpendiculairement à l'horizon.

« Mais on est aussi autorisé à prétendre que la
« terre étant perméable en tous sens, ces rayons
« divergeront d'autant plus et seront d'autant plus
« inclinés à l'horizon que la couche de terre qui
« recouvre les cadavres sera moins épaisse ; qu'ainsi,
« lorsque les rayons ne traversent qu'une couche de
« 4 pieds d'épaisseur, ils se porteront obliquement
« de façon à se réunir à ceux qui partiront des fosses
« voisines, si celles-ci ne sont pas assez éloignées
« pour que leurs rayons mutuels ne puissent pas
« se rencontrer ; mais cette réunion ne pourra avoir
« lieu sans augmenter la densité de vapeur, et
« cette densité de vapeur sera toujours en raison
« directe de la distance des fosses qui renferment
« les cadavres. »

On conçoit facilement qu'un pareil essai d'application n'ait pas apporté une bien vive lumière dans un sujet aussi discuté que le fut celui qui nous occupe en ce moment.

D'autre part, nous trouvons dans un travail de Toussaint-Navier, docteur en médecine, conseiller médecin du roi pour les maladies épidémiques dans la province de Champagne, travail intitulé :

Réflexions sur les dangers des exhumations précipitées et les abus des inhumations dans les églises, 1775, de nombreux faits témoignant du danger des inhumations dans les caves mortuaires et aussi du péril auquel étaient exposés ses concitoyens par les exhumations précipitées.

Les idées que professait Navier sur la putréfaction ne sont pas plus claires que celles de Maret; néanmoins, le conseiller médecin du roi ne pouvait s'empêcher de développer sa petite doctrine, qu'il destinait à expliquer les cas de mort chez les enterreurs et à prescrire le retour de pareils accidents.

La théorie exposée par Navier dans ce mémoire n'est pas sans porter l'empreinte de quelque vernis médical, de même que celle de Maret, remise à neuf par Tardieu, est empreinte d'un vernis scientifique, et nous comprendrons jusqu'à un certain point que de pareilles phrases sonores aient pu agir puissamment sur l'imagination des masses.

Voici en quoi consiste la théorie développée par Navier : « Les corps morts des animaux éprouvent
« successivement les différents degrés de la fermentation putride qui doit les conduire à leur destruction totale. Ces premiers degrés sont peu sensibles,
« d'autant qu'ils ne sont encore que le produit d'une
« faible altération des liquides; mais, lorsque la
« désunion se fait dans les solides, qu'elle passe
« successivement dans les fibres charnues, nerveuses,
« tendineuses et jusque dans leurs parties intégrantes,
« il en résulte des combinaisons bizarres d'une fétidité

« dité insupportable, délétères et destructives de tous
« les êtres vivants.

« Ce sont autant de poisons subtils, léthifères qu'on
« ne saurait trop redouter. Les exhalaisons qui en
« émanent sont d'autant plus nuisibles qu'elles sont
« le produit de combinaisons salino-fétides putréfiées,
« et l'effet des derniers efforts de la corruption, qui
« rompt, divise, brise et détruit tumultueusement
« ce que la nature avait uni avec tant d'art sous la
« main puissante du créateur.

« Si le monstrueux mélange qui résulte de la
« putréfaction vient à s'élever dans l'atmosphère
« sous la forme d'évaporations et d'exhalaisons
« infectes, il pénètre jusque dans la substance intime
« des organes tendres et délicats des corps animés;
« où il porte infailliblement des principes de des-
« truction toujours dangereux et souvent mor-
« tels. »

Navier termine son mémoire par des observations sur les inconvénients qui résultent de la plantation d'arbres dans les cimetières.

Il conclut en disant : 1° Que la présence d'arbres dans un cimetière y interromperait la circulation de l'air et immobiliserait ainsi une couche de l'atmosphère sans cesse imprégnée des émanations putrides qui se dégagent du sol ;

2° Que l'extension des racines de ces arbres plantés gênerait les fossoyeurs dans leur travail de fouille ;

3° Que le développement du diamètre de ces racines se faisant leur passage dans les murs des caveaux

ou des tombes, les dissocierait, ce qui serait une cause de réclamations incessantes.

Navier rééditait là la décision d'un concile de 1565, qui proscrivait aussi la plantation des arbres dans les cimetières ; mais, comme le fait remarquer si judicieusement le docteur O. Du Mesnil, dans son intéressant rapport sur l'assainissement des cimetières, Navier était loin de soupçonner l'effet réellement utile de la présence des végétaux dans le sol des cimetières.

Il est de notre devoir de ne pas passer sous silence un mémoire de Vicq d'Azyr, publié en 1805 et ayant pour titre : *Essai sur les lieux et les dangers des sépultures*.

L'auteur admet comme suffisamment démontrée la nécessité d'éloigner les sépultures des lieux habités par les hommes. « Cette nécessité a été tentée de tout
« temps et par tous les peuples. Elle se fonde sur les
« dangers auxquels exposent les émanations des
« cadavres. »

Vicq d'Azyr imagine aussi une théorie pour expliquer la présence dans l'air des émanations dangereuses qui se dégagent des corps pendant la putréfaction.

« A mesure que la fermentation fait des progrès,
« dit-il, l'air élémentaire se dégage, sa libre commu-
« nication avec l'air de l'atmosphère lui rend toutes
« ses propriétés ; en se développant et en se raréfiant,
« il diminue l'adhérence des parties du corps dans
« lequel se fait ce travail, et en se dégageant, il

« entraîne avec lui les molécules les plus subtiles,
« soit huileuses, soit inflammables, qui restent alors
« suspendues dans l'atmosphère. »

Il cite à l'appui les opinions d'Haguenot, de Maret, etc., mais n'apporte aucun fait nouveau pouvant justifier de semblables assertions.

Il reproduit bien, il est vrai, quelques anecdotes empruntées aux auteurs anciens, anecdotes relatives à des épidémies décimant les populations du littoral de l'Océan et provoquées par la putréfaction de baleines échouées sur le rivage, etc., etc., ou bien encore il rappelle les épidémies qui ont suivi les grandes guerres et dont il attribue l'éclosion à l'entassement des cadavres abandonnés à la putréfaction sur les champs de bataille.

Nous savons maintenant l'importance qu'il y a lieu d'attacher à de pareils faits, et nous devons considérer le mémoire de Vicq d'Azyr comme n'ayant qu'un caractère purement historique et comme dépourvu de tout intérêt vraiment scientifique.

En 1781, parut un mémoire historique et physique sur le cimetière des Innocents, mémoire publié par Cadet de Vaux, inspecteur général des objets de salubrité, et lu à l'Académie royale des Sciences.

Si l'on consulte ce mémoire, on s'apercevra que déjà, à cette époque, l'opinion, admise pendant si longtemps, de l'insalubrité des cimetières était contestée par certains médecins.

Cadet de Vaux, qui était chimiste, combattait ces idées nouvelles des médecins, « comme si l'opinion

« d'un médecin clinique pouvait, en pareil cas, contrebalancer celle des chimistes et des physiciens. »
Et il racontait l'histoire suivante :

« On avait établi, vers la fin de 1779, dans la partie du cimetière des Innocents, voisine de la rue de la Lingerie, une fosse de 50 pieds de profondeur, destinée à contenir quinze à seize mille cadavres.

« Dans le courant du mois de février 1780, le sieur Gravelot, principal locataire d'une de ces maisons, vit avec surprise la lumière s'éteindre à l'entrée d'une de ses caves ; un flambeau, qu'il voulut substituer aux chandelles et aux lampes qu'il avait allumées, s'éteignit pareillement.

« Ces maisons ont deux étages de cave et le méphitisme ne régnait encore que dans *les secondes*, lesquelles se prolongent au-dessous du charnier, ce qui fait que leur mur et celui du cimetière sont mitoyens. »

Ayant employé, sans succès, différents moyens pour protéger les caves contre les infiltrations gazeuses provenant du cimetière, on fut obligé, à un moment donné, de déménager les caves.

Nous assistons de nouveau, chez les gens chargés d'opérer ce déménagement, à des commencements d'asphyxies analogues à ceux relatés par Haguenot dans les caveaux funéraires.

Il est toutefois singulier qu'avec ses connaissances spéciales, Cadet de Vaux se soit borné à dépeindre en termes si vagues les redoutables effets de ce gaz

cadavéreux, qu'il n'ait pas eu la curiosité de l'isoler et d'en déterminer la composition (1).

Lors du déplacement du charnier des Innocents, provoqué non pas pour cause de salubrité, mais surtout en raison des difficultés de la circulation, Thouret, qui en fait la relation, nous donne à ce sujet divers renseignements touchant la manière dont cette opération fut pratiquée.

Les cadavres ensevelis dans le cimetière étaient à différentes périodes de la décomposition. « Depuis
« le cadavre à peine confié de la veille à la terre et
« les corps récemment déposés dans l'église, où nulle
« interruption n'avait eu lieu pour les concessions
« funéraires, jusqu'aux temps les plus éloignés. »

Ce déplacement a été opéré à trois époques :

1^o Du mois de décembre 1785 au mois de mai 1786.

2^o Du mois de décembre 1786 au mois de février 1787.

3^o Du mois d'avril 1787 au mois de janvier 1788.

« Ces travaux, exécutés principalement pendant
« l'hiver et ayant eu lieu aussi en grande partie dans
« les temps des plus grandes chaleurs, commencés
« d'abord avec tous les soins possibles, avec toutes
« les précautions connues, et continués presque en
« entier sans en employer, pour ainsi dire aucune,

(1) MM. Descoust et Ivon, à la suite d'expériences fort intéressantes, communiquées à la Société de Médecine publique et d'hygiène professionnelle, ont constaté, dans toute cavité creusée en un terrain saturé de matières organiques et de résidus industriels, une diminution notable d'oxygène et la présence de l'acide carbonique en proportions considérables ; ils ont également reconnu que cette pénétration de l'acide carbonique se produit même dans des espaces dont les parois sont maçonnées.

« *nul danger ne s'est manifesté pendant le cours de ces opérations.* »

On a prétendu à tort que Fourcroy, à la suite d'expériences concluantes, admettait la théorie de la nocuité des cimetières. Dans la communication qu'il fit, en mai 1789, à l'Académie des Sciences, il s'était surtout préoccupé de la nature des gaz qui se répandent lors de la rupture de l'abdomen sous l'influence de la putréfaction. Il n'eut pas l'occasion de contrôler ce fait par l'expérience, « attendu que l'on n'enterrait plus depuis trois ans dans le cimetière des Innocents, et puisque les derniers cadavres qui y avaient été déposés en 1781 étaient bien au delà du terme où se fait l'explosion septique du bas-ventre. »

En conséquence, il est complètement inexact de soutenir que Fourcroy avait une opinion bien nette et bien arrêtée sur ce point, puisqu'il s'exprime ainsi dans sa communication à l'Académie des sciences ;

« Quand on a observé sur un grand nombre de ces hommes la pâleur du visage et tous les symptômes qui annoncent l'action d'un poison lent, on doit penser qu'il serait plus dangereux de nier entièrement l'effet de l'air des cimetières sur les habitants voisins qu'il ne l'a été de multiplier et de grossir les plaintes comme on l'a fait surtout depuis quelques années, en abusant des travaux et des documents de la physique sur l'air et les autres fluides élastiques. »

A partir de cette époque, la théorie de la nocuité des cimetières est attaquée et battue en brèche dans une série de travaux publiés par Parent-Duchatelet,

Warren, Darcet, Labarraque, Guersent. Mais, malgré tout, comme le dit fort bien M. O. Du Mesnil, le préjugé est resté vivace et profondément enraciné dans toutes les couches de la population, et la légende a subsisté.

Guérard, dans sa thèse sur les inhumations et les exhumations, sous le rapport de l'hygiène, ne croit pas que les miasmes provenant de la putréfaction des animaux puissent provoquer des épidémies; mais il n'admet pas plus qu'on doive se précipiter dans une opinion diamétralement opposée.

Il cherche à le démontrer dans une partie de sa thèse en analysant les mémoires de Warren, de Parent-Duchatelet, etc.; puis il énumère les faits sur lesquels s'appuient les partisans de la nocuité, et, soit qu'il emprunte ses arguments à Pringle ou à Desgenettes, soit qu'il se serve des observations, des mémoires de physique de Rozier ou des faits rapportés par le Père Cotte, Guérard ne fournit aucun document nouveau, aucune preuve certaine du danger des émanations putrides.

La thèse de Tardieu sur les voiries et les cimetières est empreinte aussi du préjugé ancien; il admet sans réserves, en invoquant l'autorité de Fourcroy et de Berzélius, « l'existence d'émanations fétides dont « l'énergie délétère et terrible est malheureusement « trop prouvée. »

Tardieu oppose aux travaux de Parent-Duchatelet, etc., une série de récits tirés des auteurs anciens, de Thucydides, de Diodore de Sicile, de saint Augustin,

de Tite-Live, etc., récits qui, pour la plupart, sont plus ou moins exacts, plus ou moins authentiques.

Il y ajoute une relation d'épidémies locales, soit de fièvre typhoïde, soit de variole, engendrées par des exhumations de cadavres ensevelis dans des églises. A la fin de son travail, Tardieu consacre un chapitre aux émanations des cadavres inhumés dans les cimetières. Nous retrouvons là encore une théorie ayant pour but de prouver que les gaz provenant de la putréfaction ne peuvent pas être absorbés par le sol. « Ce fait domine la question de la salubrité des cimetières. » Néanmoins, pour donner plus de poids à ses allégations, Tardieu s'appuie sur les témoignages de Leigh, chimiste de Manchester, du docteur Lyon Playfair, de Shepard, du docteur Reide, etc., etc., qui n'hésitent pas à affirmer que les terres des cimetières sont imprégnées d'acide carbonique et d'hydrogène carboné.

Nous verrons dans la suite le cas qu'il faut faire des travaux des auteurs anglais ; mais, même en admettant que le sol des cimetières exhale de l'hydrogène carboné et de l'acide carbonique, doit-on considérer ces gaz, qui sont toujours dans un grand état de diffusion à travers l'atmosphère, comme dangereux pour la santé publique ?

Depuis la thèse de Tardieu, la question de la nocuité des cimetières est restée en suspens jusqu'en 1870, date à laquelle parut un traité de M. de Freycinet sur les principes de l'assainissement des villes.

Dans une partie de son travail M. de Freycinet étudie

les effets des sépultures sur la santé générale. Il admet
« que le voisinage des morts crée toujours un danger
« pour les vivants » et estime que « le voisinage des
« détritits humains en décomposition préjudicie à la
« salubrité publique de deux façons : d'une part, les
« émanations cadavériques se frayent un passage
« à travers le sol et infectent l'atmosphère ; d'autre
« part, les eaux pluviales filtrent à travers les fosses,
« s'y imprègnent de matières organiques et peuvent
« empoisonner les puits et les sources à de grandes
« distances ».

L'auteur préconise l'établissement des cimetières sur les lieux élevés, afin de permettre aux eaux pluviales de s'écouler plus facilement et aussi afin de favoriser la circulation de l'air.

M. de Freycinet recommande, comme des mesures utiles l'assainissement des cimetières, les plantations d'arbres et le drainage du sol. Nous reviendrons plus loin sur ce dernier point et nous verrons que le drainage du sol produit un heureux résultat dans les terrains trop compacts ou trop humides.

M. Bouchardat dans un article qu'inséra, en 1874, la *Revue scientifique*, a montré, par une observation attentive des faits, ce qu'il faut penser de la prétendue nocuité des émanations des cimetières. Il cite le cas de la réouverture des cimetières de la rue Mercadet pendant le siège de Paris, réouverture qui n'a donné lieu à aucun accident, quoique, à cette époque, les conditions de la santé publique fussent détestables.

M. Bouchardat rappelle aussi l'enquête qu'il fit au

sujet de plaintes portées par les habitants des maisons voisines du cimetière de Montparnasse, plaintes visant les mauvaises odeurs qui, paraît-il, se dégageaient du cimetière. L'enquête a établi que ces émanations provenaient d'une maison dans laquelle on recevait les cataplasmes des hôpitaux, pour en extraire l'huile de lin.

Il en est de même de l'enquête faite par M. O. Du Mesnil sur le même cimetière et suscitée par les réclamations des habitants de la rue Campagne-Première, qui étaient empoisonnés par des émanations fétides. On reconnut que ces mauvaises odeurs s'échappaient d'amas considérables de fumiers accumulés au dépôt de la Compagnie des petites voitures.

Pour en revenir à la note de M. Bouchardat, l'auteur croit que la masse de terre que l'eau est obligée de parcourir est amplement suffisante pour retenir toutes les matières organiques qui peuvent provenir des cimetières; tel est également notre avis, du moins dans la grande majorité des cas.

CHAPITRE III

DE LA DESTRUCTION DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DANS
LE SOL : ANALYSE DES GAZ PROVENANT DE TERRAINS
CONTENANT DES CORPS INHUMÉS.

Les recherches que nous avons entreprises avec notre savant maître M. J. Ogier, au sujet de l'épandage des eaux d'égout sur la presqu'île de Gennevilliers, nous ont appris que la plus grande partie de la matière organique ne tardait pas à être détruite et que les eaux résultant de la filtration à travers une couche de terre relativement faible, contenaient une quantité de matières organiques infiniment moindre qu'on le croit généralement.

Nous savons actuellement, grâce aux travaux de Schlœsing et Müntz, que la majeure partie de cette matière organique est détruite par les infiniment petits, et en particulier par les ferments de la nitrification.

Il est des cas, évidemment, où les eaux de filtration peuvent parcourir un chemin plus ou moins

long sans subir de notables altérations; cela dépend de la nature du sol; mais il n'y a pas lieu d'aller jusqu'à l'exagération et de conclure qu'un terrain perméable doit laisser passer les eaux chargées de matières organiques sans les épurer.

Dans les cimetières, le volume d'eau chargé de matières organiques n'est jamais très considérable et, en tous cas nullement, comparable à celui que verse l'égout collecteur dans les plaines de Gennevilliers.

Il n'y a qu'une chose à craindre: c'est que le terrain ne se sature de matières organiques à un moment donné et que le sol ne cesse d'être apte à recevoir des corps.

Nous sommes ici en face d'un autre problème, très important il est vrai, pour l'hygiène des villes mais qui n'a pour nous qu'un intérêt secondaire.

Nous venons de reproduire, dans ce rapide exposé historique, l'opinion qui était généralement admise, concernant l'influence du voisinage des cimetières. On affirmait qu'ils présentaient un danger, non seulement par les émanations gazeuses qui s'en dégagent, mais aussi par la pollution des eaux de sources, de puits, produites par les infiltrations.

Maintenant, appuyé sur les nombreux travaux publiés dans ces derniers temps, nous allons pouvoir raisonner un peu plus scientifiquement et envisager ce problème de la salubrité publique sous son véritable aspect.

La première question qui se pose est celle-ci: le

cimetières, tels qu'ils sont placés aujourd'hui, engendrent-ils à certains moments des exhalaisons susceptibles de troubler la santé publique et s'il en est ainsi, quelle est la nature de ces exhalaisons ?

Nous trouvons, dans un rapport de M. le docteur O. Pilat, en 1865, sur les 559 cimetières du département du Nord, un intéressant document relatif aux émanations des cimetières.

L'auteur est partisan de la nocuité de ces émanations ; il estime « qu'il n'est pas prudent de s'arrêter « longtemps près des fosses, lorsque la fermentation « putride s'effectue, ou de demeurer à une distance « trop rapprochée du cimetière, sous peine d'éprouver « des accidents plus ou moins graves ».

Le rapport de M. le docteur Pilat contient un tableau indiquant les communes, leur population et leur mortalité annuelle. Si, comme l'a fait M. O. Du Mesnil, on groupe, d'une part, les communes dans lesquelles le cimetière est au centre et, d'autre part, les communes dont le cimetière est situé au dehors, on constate que la mortalité pour 100 dans les deux groupes est de 2.43 0/0 pour le premier et de 2,64 0/0 pour le second.

Il nous est donc difficile de comprendre comment M. le docteur Pilat a pu se déclarer partisan de la nocuité des cimetières à la suite de son rapport, puisque ce rapport démontre, au contraire, que l'installation des cimetières dans l'intérieur des villes n'offre pas les inconvénients qu'on s'est trop complu à alléguer.

A la suite de la délibération du conseil municipal, en date du 15 février 1879, un arrêté préfectoral du 4 mars 1879 a institué une commission chargée de rechercher :

1° Si, par l'emploi d'agents chimiques ou physiques, combinés s'il y a lieu avec le drainage, l'assainissement des cimetières actuels peut être réalisé ;

2° Si, par ces moyens, l'assainissement peut être assuré pour l'avenir ;

3° Si la disparition des parties organiques des corps inhumés peut être activée par l'addition, dans la bière ou dans le sol des cimetières, de substances chimiques ou autres ;

4° Si cette addition n'entraîne avec elle aucun inconvénient sérieux.

Le rapport général présenté à la commission par M. O. Du Mesnil, en 1881, renferme un travail de M. Schutzemberger, professeur au Collège de France, sur la composition chimique du sol des cimetières.

M. Schutzemberger a examiné la question sous trois points de vue différents :

1° La destruction lente des cadavres dans les conditions normales de l'inhumation est-elle de nature à développer et à répandre dans l'atmosphère des gaz délétères ? Les seuls gaz réellement délétères ou gênants, dont on peut scientifiquement admettre la production, sont : l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, l'oxyde de carbone.

Nous ne pouvons mieux faire que de citer textuel-

lement le rapport de l'éminent professeur du Collège de France :

« Nous avons puisé dans des conditions variées de
« température extérieure, depuis 10° jusqu'à 25° et 30°
« de l'air, tant à la surface du cimetière qu'à des pro-
« fondeurs dans le sol, variant de 40 à 80 centimètres
« au-dessous de fosses anciennes datant de plusieurs
« années et de fosses plus récentes, un mois à six
« mois après l'inhumation.

« Dans aucun cas, l'examen le plus attentif et le
« plus minutieux n'a pu révéler la moindre trace des
« gaz ci-dessus mentionnés.

« Les prélèvements ont été faits avec toutes les
« précautions voulues, au moyen d'un aspirateur à
« eau, terminé par un tube en plomb plongé dans le
« sol et portant à son extrémité inférieure une boule
« creuse, percée de trous.

« Après l'enfouissement du tube et de sa boule à
« la profondeur voulue, on laissait la terre autour et
« on attendait douze heures au moins, afin de laisser
« aux gaz du sol le temps de se diffuser.

« L'expérience d'aspiration durait toujours plu-
« sieurs heures et était conduite lentement, bulle par
« bulle.

« L'hydrogène sulfuré a été recherché en faisant
« passer l'air à travers une solution acidulée à l'acide
« acétique, d'acétate de plomb.

« L'ammoniaque, au moyen d'une solution titrée
« d'acide sulfurique. L'oxyde de carbone, au moyen
« d'une solution de chlorure cuivreux, après absorp-

« tion de l'acide carbonique et de l'oxygène, ou par
« combustion endiométrique. »

Toutes ces expériences ont donné des résultats complètement négatifs.

M. Schutzenberger a étudié ensuite la composition de l'air puisé à diverses profondeurs au-dessus des fosses et à la surface du sol.

Les expériences ont été faites : 1° dans une partie du « cimetière Montparnasse qui avait servi à recevoir les débris humains provenant des hôpitaux et « où les cadavres, accumulés en masse sur une certaine épaisseur, n'avaient pu disparaître par combustion lente.

« On y trouvait, en effet, à une profondeur de
« 2^m,50, une couche de débris organiques très épaisse ;

« Au-dessus de diverses fosses du cimetière des
« Invalides, contenant des cadavres plus ou moins
« récemment inhumés. »

Dans les expériences faites au-dessus du cimetière des Hôpitaux, M. Schutzenberger est arrivé aux résultats suivants :

15 juillet.

Air pris à la surface du sol...	{ Oxygène.....	20,70
	{ Azote.....	79,20
	{ Acide carbonique.....	0,10
		100,00
Air pris à une profondeur de 40 centimètres.....	{ Oxygène.....	14,80
	{ Azote.....	80,00
	{ Acide carbonique.....	5,20
		100,00

25 juillet.

Air pris à la surface du sol...	{ Oxygène	20,35
	{ Azote.....	79,40
	{ Acide carbonique.....	0,05
		100,00
Air pris à une profondeur de 80 centimètres.....	{ Oxygène.	8,10
	{ Azote.....	79,30
	{ Acide carbonique.....	12,60
		100,00

13 octobre.

Air pris à la surface du sol. Vent assez fort..	{ Oxygène.....	20,00
	{ Azote.....	79,70
	{ Acide carbonique.....	0,30
		100,00
Air pris à 80 centimètres de profondeur.....	{ Oxygène.....	9,50
	{ Azote.....	79,60
	{ Acide carbonique.....	10,90
		100,00

Les expériences faites au-dessus du cimetière des Invalides ont donné les résultats suivants :

Air prélevé à 40 centimètres de profondeur au-dessus d'un cadavre inhumé le 7 juin 1879 :

Date du prélèvement : 2 avril 1880.....	{ Oxygène.....	16,10
	{ Azote.....	79,07
	{ Acide carbonique.....	4,83
		100,00

Air prélevé à 40 centimètres de profondeur au-dessus du même cadavre, à la date du 5 avril 1880. Dans l'intervalle des deux prises, il avait beaucoup plu :

Date du prélèvement : 5 avril 1880.....	{ Oxygène.....	16,88
	{ Azote.....	80,00
	{ Acide carbonique.....	3,12
		100,00

Air prélevé à 40 centimètres de profondeur au-dessus d'un cadavre inhumé le 13 mars 1880 :

Date du prélèvement : 7 avril	{ Oxygène.....	14,30
1880.....	{ Azote.....	79,10
	{ Acide carbonique.....	6,60
		<u>100,00</u>

Air prélevé à 40 centimètres sur la même tombe du 13 mars 1880.

Date du prélèvement : 9 avril	{ Oxygène.....	14,90
1880.....	{ Azote.....	79,60
	{ Acide carbonique.....	5,50
		<u>100,00</u>

« La proportion d'acide carbonique s'est trouvé
« variable avec la profondeur et le lieu, mais son
« volume était toujours à peu près complémentaire
« de celui de l'oxygène.

« C'est-à-dire, que sur 100 volumes d'air, on trouvait :

Azote.....	80
Oxygène et acide carbonique.....	<u>20</u>
	100

« Ce résultat constant établit que l'acide carbonique est produit par une combustion lente aux dépens de l'oxygène et de la matière organique et « *non par fermentation.* »

Il nous est impossible de nous associer aux vues de l'auteur en ce qui touche l'interprétation qu'il donne à ses expériences, car nous savons que, dès 1862, Pasteur avait fait remarquer combien est bornée l'action de l'oxygène sur la matière organique,

toutes les fois que cette action s'exerce en l'absence des produits organisés.

Beaucoup d'êtres inférieurs, déclarait Pasteur à cette époque, ont la propriété de transporter l'oxygène de l'air en quantité considérable sur les matières organiques complexes, et même c'est là un des moyens dont se sert la nature pour transformer en eau, en acide carbonique, en oxyde de carbone, en azote, en ammoniaque, en acide nitrique, les éléments de ces matières organiques élaborées sous l'influence de la vie.

Schlœsing et Müntz ont fait voir que la matière organique se décomposait en acide nitrique grâce à un ferment qu'ils ont isolé et étudié; nous verrons, dans les expériences que nous avons instituées à cet égard, que la présence de l'acide carbonique est due non à une combustion lente aux dépens de l'oxygène et de la matière organique, mais à une fermentation qui peut être plus ou moins active suivant les conditions dans lesquelles se trouve placée la matière organique.

M. Schutzenberger reconnaît avec raison que ses expériences s'accordent avec les observations de Boussingault et Lewy sur la composition de l'air des sols arables.

En effet, la conclusion qui se dégage des expériences faites à Bechelbronn par Boussingault et Lewy, c'est que l'atmosphère confinée dans les sols diffère peu, quant aux proportions d'oxygène et d'azote, de l'air normal; dans les circonstances ordi-

naires, la proportion d'acide carbonique est assez voisine de 1 0/0.

Lorsque la terre vient d'être fumée, la proportion d'acide carbonique peut s'élever à 10 0/0; mais, en général, cette combustion rapide de la matière organique de la fumure ne dure pas, et le taux moyen de 1 0/0 est assez rapidement atteint.

Correnwinder, dans ses belles recherches sur la combustion de la matière organique, a déterminé qu'une terre argileuse fumée à raison de 3,300 kilos de tourteaux à l'hectare fournissait :

Le 1 ^{er} jour	350 millig. d'ac. carb.	par 24 heures	par déc. car.
Le 2 ^e —	326	—	—
Le 3 ^e —	314	—	—
Le 4 ^e —	278	—	—

Correnwinder avait déjà eu occasion de remarquer dans les expériences auxquelles il s'était livré sur de petites quantités de matières organiques diverses, telles que terre, fumier, bouse de vache, guano, etc., que le dégagement de l'acide carbonique prenait une activité nouvelle lorsqu'on remuait la matière organique avec une lame de couteau par exemple.

Pour M. Schläesing, cette activité nouvelle serait due à ce fait qu'en remuant la terre, on favorise la dissémination des micro-organismes, qui sont les agents de la combustion.

Nous ne pensons pas, quant à nous, qu'il faille être aussi exclusif, et nous sommes d'avis qu'il est nécessaire de reconnaître que, par l'agitation de la terre, on favorise peut-être la dissémination des

micro-organismes, mais on expose surtout de nouvelles particules organiques à l'action de l'oxygène pour la rapide combustion de la matière organique, attendu que la plupart des micro-organismes des décompositions ne peuvent s'en passer.

L'agriculteur agit d'une façon identique lorsqu'il laboure la terre, car il favorise la rapide nitrification de la matière organique qu'il a confiée au sol sous la forme de fumures. Il n'y avait donc rien de bien surprenant à croire que, en ce qui concerne la combustion des corps dans les cimetières, on avait raison de se pénétrer de l'idée que, plus le sol était perméable, plus il y avait de chances pour que la décomposition s'opérât rapidement,

Malheureusement, il n'est pas toujours possible de rencontrer des terrains remplissant toutes les conditions désirables pour l'établissement de cimetières qui soient parfaits, non seulement au point de vue de la salubrité, mais encore sous le rapport de la rapide rotation des corps qui y sont inhumés,

Certaines villes sont même, à cet égard, dans une situation tout à fait défavorable à cause de la nature géologique du terrain; ainsi, à Saint-Nazaire, le sol est constitué par de l'argile compacte, issue de la décomposition des couches supérieures des micaschistes; ce sol retient les eaux à une profondeur de 0 ,66 à peine dans la saison d'hiver, de 1^m,50 à 1^m,60 en été!

Chaque fois qu'on y pratique une exhumation, on constate que le cercueil est absolument plein d'eau,

et certains cadavres, après un séjour de cinq ans dans une fosse, sont retrouvés intacts.

Saint-Nazaire possède un cimetière d'une superficie totale de 1 hectare 38 ares. Voici le chiffre annuel des inhumations qui y ont eu lieu dans les cinq dernières années :

Années.	Adultes.	Enfants.
1886	250	208
1887	293	203
1888	285	206
1889	307	210
1890	330	319
	1465	1146

Si d'autre part, on considère que la population de Saint-Nazaire s'est accrue de 4,748 habitants de 1886 à 1891, on conçoit aisément les justes préoccupations de la municipalité de cette ville au sujet de l'insuffisance de son cimetière dans un temps plus ou moins proche, surtout alors que le délai légal pour le relèvement des cadavres inhumés est lui-même, comme nous l'avons montré plus haut, notoirement insuffisant pour permettre de consommer leur destruction.

Pour parer à cette menaçante éventualité, la municipalité de Saint-Nazaire s'est adressée à MM. Couprie, Lemut et Guérin, de Nantes. Ceux-ci ont imaginé un projet de drainage qui fut exécuté dans une parcelle du cimetière.

C'est une application, faite sur une assez grande échelle, du principe posé par la commission d'assainissement des cimetières sur l'utilité du drainage pour activer la décomposition des corps.

Il était intéressant de savoir, en effet, si l'aération permanente du sol par le drainage Couptry amènerait une diminution dans la quantité d'acide carbonique et si l'introduction de ce drainage dans les cimetières envahis par les eaux assurerait l'assèchement du sol et, par conséquent, l'installation de cimetières dans tous les terrains.

La sous-commission permanente d'assainissement des cimetières, composée de MM. Brouardel, O. Du Mesnil et J. Ogier, s'est donc rendue à Saint-Nazaire le 9 juin 1894, et, en présence de la municipalité, il fut procédé aux exhumations et aux diverses expériences que nous allons décrire.

Nous empruntons au procès-verbal de la commission municipale spéciale de Saint-Nazaire, en date du 27 mai 1890, le compte rendu des conditions dans lesquelles a été pratiqué le système Couptry.

« Six rangées de trois fosses chacune ont été
« creusées jusqu'à la profondeur de 0^m87 ces fosses
« ont une longueur de 2 mètres et une largeur
« de 0^m80

« Entre chaque fosse et sur les quatre côtés, il a
« été laissé une bande de terre naturelle de 0^m,40
« d'épaisseur. Ce compartiment de dix-huit fosses est
« entouré d'un mur d'enceinte de 0^m,40 d'épaisseur,
« maçonné à froid et descendu à 0^m,50 au-dessous du
« fond des fosses, de manière à constituer une
« enceinte drainante empêchant l'invasion des eaux
« extérieures.

« Au fond de chaque fosse sont disposées quatre

« murettes en pierres sèches, de 0^m,40 de hauteur,
« laissant entre elles un vide en forme de croix ; ce
« vide est prolongé, suivant chaque branche de la
« croix, par un tuyau en poterie traversant la bande
« de 0^m,40 d'épaisseur du terrain naturel et établis-
« sant ainsi une communication souterraine entre
« toutes les fosses contiguës.

« En avant de ce compartiment de dix-huit fosses,
« dans l'allée du cimetière, règne un petit égout placé
« à une distance de 0^m,55 des fosses, recevant toutes
« les eaux recueillies par le mur d'enceinte et les
« poteries des fosses, puis les évacuant hors du
« cimetière.

« Le vide en croix entre les murettes est garni
« dans le fond d'une ardoise ordinaire et recouvert à
« 0^m,40 de hauteur par une double ardoise, puis par
« une couche de 0^m,40 d'escarbilles recouvrant tout
« le fond apparent de la fosse ; le cercueil repose sur
« cette couche. »

La première exhumation, faite le 9 juin par la
commission, est celle du nommé A..., âgé de cin-
quante-deux ans :

Décédé le 29 juin 1890.

Inhumé le 30 juin 1890.

Durée de l'inhumation : un an.

Hémorragie cérébrale.

Le cadavre, entouré d'une serpillière très épaisse,
ne répand aucune odeur.

Les parties molles, les organes splachniques, ont
presque entièrement disparu.

Le thorax, l'abdomen, sont béants; les organes qu'ils renferment sont détruits.

Le squelette des membres est mis complètement à nu; quelques lambeaux musculaires existent encore autour de la jambe droite. Les insectes recueillis dans cette bière ont été examinés par M. Megnin et reconnus pour appartenir aux genres Anthomysides *Ophria cadaverina* (Megnin), voisins de l'*Ophria lemotoma*, mouche bien vivante, tout récemment éclos; nombreuses coques venant de la même.

La seconde exhumation a été celle du sieur B..., âgé de soixante-six ans.

Décédé le 21 mai 1890.

Inhumé le 22 mai 1890.

Durée de l'inhumation : un an et dix-huit jours.

Congestion cérébrale.

Le cadavre n'a pas été enveloppé dans une serpillière. Il ne répand pas d'odeur. Le squelette est débarrassé de toutes les parties molles. La tête est séparée du tronc.

La destruction des parties molles est complète. Les insectes recueillis dans cette bière sont des Anthomysides; on y trouve des coques de nymphes d'*Ophria cadaverina*.

Le troisième cadavre exhumé est celui du sieur T..., âgé de quarante-un ans.

Décédé le 24 juin 1890.

Inhumé le 25 juin 1890.

Durée de l'inhumation : onze mois et demi.

Bronchite tuberculeuse.

Ce cadavre n'a pas été enveloppé dans une serpillière. Pas d'odeur. Sur toute la surface du corps, on constate l'existence d'une couche de moisissures blanches (*Aspergillus* et *Penicillium*).

Ce cadavre est absolument intact : il a subi, en masse, la transformation en gras de cadavre.

L'autopsie a été faite par notre maître, M. le professeur Brouardel. Tous les viscères sont amincis, appliqués contre les parois du thorax et de l'abdomen.

Le cœur seul a encore un certain volume; il est parfaitement reconnaissable.

Tout travail de décomposition paraît suspendu; il semble que le cadavre resterait à cet état pendant un temps indéfini.

On trouve dans cette bière un insecte de la famille des Staphilinides, le *Philonthus ebeninus*.

Le thorax, l'abdomen, sont ouverts; les organes splanchniques ont disparu.

La destruction des muscles, des membres inférieurs est moins avancée que chez les deux précédents; ils semblent devoir passer à l'état de momification sèche.

Les insectes recueillis dans cette bière sont des Anthomyssides, larve vivante d'*Ophria cadaverina*, une Histéride, larve de *Suprinus rotundatus*.

La quatrième exhumation effectuée est celle du sieur G... (Baptiste), âgé de cinquante-trois ans.

Décédé le 20 mars 1886, à Saint-Nazaire.

Inhumé le 21 mars 1886.

Première exhumation, le 23 mai 1891.

Deuxième exhumation, le 9 juin 1891.

Durée de l'inhumation : cinq ans.

Les trois premières exhumations faites dans un terrain aménagé suivant le système Couptry, rapprochées de celles du cadavre du sieur G..., inhumé dans les *conditions ordinaires* au cimetière de Saint-Nazaire, établissent d'une façon saisissante que le drainage du sol par le procédé Couptry active dans des proportions considérables la destruction des corps ensevelis.

Cette accélération est d'autant plus manifeste que les cadavres soumis à l'expérience n'ont séjourné qu'un an environ dans le terrain Couptry, tandis que le cadavre du sieur G... était inhumé depuis cinq années déjà dans le cimetière actuel de Saint-Nazaire.

Les expériences faites simultanément sur des moutons ont donné des résultats identiques. De la sorte, nous voilà en possession de la preuve expérimentale du fait que nous avançons, touchant la rapide combustion de la matière organique par la large répartition de l'oxygène, sans qu'il soit nécessaire de recourir à l'hypothèse de M. Schlösing relative à la dissémination des micro-organismes.

Ces expériences prouvent, en outre, que plus on tendra à se rapprocher des conditions de la putréfaction à l'air libre, plus prompte sera la décomposition de la matière organique.

Il n'était pas moins important de savoir si, par

l'aération permanente du sol à l'aide du drainage, on diminuerait la quantité d'acide carbonique qui, à un moment donné, peut se trouver emmagasiné dans le sol.

Les gaz recueillis dans le sol du cimetière de Saint-Nazaire ont été analysés par M. Ogier. Voici les résultats obtenus.

Première expérience. — La terre n'a pas été enlevée. On a pratiqué un trou de sonde à 1^m,50 de profondeur, c'est-à-dire jusqu'à la partie supérieure de la bière.

On a introduit un tube d'étain et, au moyen d'un aspirateur, on a recueilli le gaz au-dessus de la tombe de Teresa G...

Acide carbonique.....	2.59
Oxygène.....	47.51
Azote.....	80.20
Hydrogène sulfuré.....	» »
	100.00

Dans une autre expérience, le dosage par pesée a donné 2.69 0/0 d'acide carbonique.

Deuxième expérience. — Terrain aménagé par le système Couprie. Tombe de A... Le corps a été exhumé la veille, reinhumé et la fosse remblayée. Le gaz a été recueilli au-dessous du corps, dans le drain Couprie quinze heures environ après le remblayage.

Le gaz possède une très légère odeur sulfureuse; on ne constate cependant aucune réaction indiquant la présence de l'hydrogène sulfuré.

Acide carbonique.....	0.04
Oxygène.....	49.63
Azote.....	80.33
	100.00

Ces deux analyses nous démontrent l'afflux réel de l'oxygène dû au système Coupry, puisque, dans le drain situé juste au-dessous d'un cadavre, il n'y a pas plus d'acide carbonique que dans l'air normal.

Donc, il n'y a aucune stagnation des produits gazeux de la décomposition, et l'air extérieur arrive effectivement au-dessous des corps.

En même temps, nous voyons que la quantité d'acide carbonique trouvée dans la première expérience est moindre que dans les expériences de Schutzenberger et que, de plus, elle n'est pas sensiblement plus forte que dans les terres végétales cultivées, d'après les expériences de Boussingault et Lewy, que nous avons citées. La troisième expérience a eu lieu dans le cimetière ordinaire de Saint-Nazaire. Terrain excessivement argileux (1).

La prise de gaz a été faite à une profondeur de 1 mètre au-dessus de la tombe de la femme D...

Acide carbonique.....	2,13
Oxygène.....	17,86
Azote.....	80,01
	100,00

Il y a tout lieu d'admettre que le chiffre d'acide

(1) Le trou de sonde a dû tasser l'argile et faire une sorte de conduit imperméable ; il est à craindre que l'air puisé ne vienne pas exclusivement du sol et que l'aspiration n'ait déterminé un appel d'air extérieur par le haut du trou de sonde. Les conditions d'expérience ne sont donc pas très favorables.

carbonique est ici trop faible, pour les raisons exposées plus haut.

Dans ces diverses analyses, comme dans celles de Schutzenberger, la somme de l'acide carbonique et de l'oxygène est toujours très voisine de 20, chiffre de l'oxygène dans l'air normal; en d'autres termes, le carbone de la matière organique fournit en brûlant un volume d'acide carbonique égal au volume de l'oxygène qui a produit la combustion.

La commission a conclu de ces expériences que les cadavres inhumés dans les cimetières s'y décomposent d'autant plus rapidement :

1° Que le sol est largement aéré par le drainage et mis à l'abri de l'invasion des eaux environnantes ou provenant de la nappe souterraine;

2° Que l'application du système Couptry dans le cimetière de Saint-Nazaire, en asséchant le sous-sol, en y faisant pénétrer de l'air en quantité considérable, active dans une forte proportion la destruction des cadavres inhumés;

3° Enfin, que le fonctionnement de ce système diminue la quantité d'acide carbonique qui circule dans le sol où sont enfouies des matières organiques, et qu'il rend possible l'utilisation, pour les sépultures, des terrains qui jusqu'ici étaient, à juste titre, réputés impropres à cette destination.

Ainsi, il résulte des travaux, des documents que nous avons reproduits, et des expériences auxquelles nous nous sommes livré, que les gaz délétères ou gênants, engendrés par la décomposition des cada-

vres inhumés à 1^m,50 dans les cimetières, ne parviennent point à la surface du sol.

Dans les cimetières actuels, le sol ne renferme que de l'acide carbonique en plus ou moins grande quantité, à l'exclusion de tout autre gaz en quantité appréciable.

Nos expériences personnelles au laboratoire, sur différentes matières organiques, telles que viscères, cerveau, sang, etc., etc., nous avaient conduit à des résultats qui nous permettaient de pressentir que, dans la pratique, c'est-à-dire dans les inhumations, les phénomènes de la putréfaction devaient observer une marche analogue.

Ce premier point une fois établi, il importe à présent de savoir si, au bout d'un certain temps d'usage, la terre des cimetières ne finirait pas par être saturée de matières organiques, et, par conséquent, ne deviendrait pas impropre à la disparition ultérieure de nouveaux cadavres.

Ce problème a été l'objet d'une étude toute spéciale de la part de la commission d'assainissement des cimetières, et nous trouvons, dans le rapport de M. Du Mesnil, un résumé des expériences faites par M. Schutzenberger.

Nous ne pouvons les passer sous silence, car, grâce à elles, la question est définitivement résolue.

M. Schutzenberger a prélevé, au cimetière d'Ivry, de la terre prise dans une fosse commune, ayant servi deux fois; les dernières inhumations dataient de 1873.

La fosse avait été remaniée en 1879, et c'est au printemps de la même année que les prélèvements ont eu lieu.

Les analyses ont porté sur trois échantillons de terre :

1° Terre vierge n'ayant jamais servi aux inhumations;

2° Terre prise immédiatement au-dessus de la couche des cercueils;

3° Terre prise immédiatement au-dessous de la couche des cercueils.

La terre du cimetière d'Ivry est argilo-sablonneuse avec peu de calcaire (5, 5 de carbonate de chaux et de terre sèche). Elle est perméable à l'eau et à l'air. La matière organique a été dosée, dans les trois échantillons de terre, en déterminant par combustion le carbone, l'hydrogène et l'azote, ce dernier corps étant tant à l'état de composé azoté organique qu'à l'état de nitrate.

L'analyse a donné les résultats suivants :

			I	II
Échantillon n° 1	{ Carbone pour 100 grammes de terre.		0,82	0,83
	{ Hydrogène — —		0,32	0,39
	{ Azote..... — —		0,01	»
Échantillon n° 2	{ Carbone pour 100 grammes de terre.		1,67	1,10
	{ Hydrogène — —		0,47	0,37
	{ Azote..... — —		0,14	»
Échantillon n° 3	{ Carbone pour 100 grammes de terre.		1,24	0,95
	{ Hydrogène — —		0,33	0,32
	{ Azote..... — —		0,16	»

Nous citons textuellement les conclusions que M. Schutzenberger a tirées de ses analyses : « La

« petite quantité de matière organique contenue dans
« la terre des fosses communes établit nettement
« que la combustion est complète après cinq ans,
« dans une terre moyennement perméable à l'air et
« que, par conséquent, il n'y a pas lieu de s'arrêter
« à l'idée d'une saturation de la terre par les matières
« organiques. »

CHAPITRE IV

DE LA NATURE DES GERMES EN SUSPENSION DANS L'ATMOSPÈRE DES CIMETIÈRES.

Nous avons démontré que les gaz de la putréfaction ne contenaient pas en eux-mêmes de principes toxiques, que les produits gazeux de la fermentation putride n'atteignaient jamais les couches superficielles du sol. Mais en est-il de même des germes des maladies infectieuses ?

L'étude que nous venons de faire relativement à la production des gaz de la putréfaction serait, en effet, incomplète si nous ne parlions pas de la transmissibilité de maladies infectieuses par l'atmosphère.

Pasteur n'a-t-il pas indiqué comme source de la propagation du charbon dans les terrains où l'on avait enfoui des animaux morts du sang de rate, justement le transport des spores du charbon par les vers de terre, qui ramenaient ainsi à la surface, dans leurs déjections, les microbes enfouis avec les animaux morts de cette maladie.

Aussi croyons-nous qu'il est nécessaire d'envisager cette partie du problème avant de pouvoir se prononcer dans un sens ou dans un autre relativement à la question de l'innocuité des émanations putrides ou « *miasmatiques* » des cimetières.

Nous n'examinerons, dans ce chapitre, que l'influence directe de l'atmosphère comme milieu de transport des êtres microscopiques. Nous réserverons pour un autre chapitre l'étude des germes du sol et de leur dissémination à travers les différentes couches des terrains.

L'histoire abonde en anecdotes au sujet de l'influence nocive des miasmes pestilentiels ayant provoqué des épidémies, et il serait vraiment trop facile de se borner à citer ces faits seulement pour en tirer des conclusions. Les partisans de la nocuité des cimetières, il est vrai, n'ont pas été aussi scrupuleux. Sans vouloir citer aucun auteur, nous en connaissons un certain nombre qui se sont contentés de rééditer des documents plus ou moins anciens, plus ou moins authentiques, pour asseoir leurs opinions.

M. O. Du Mesnil s'est chargé, dans son rapport sur l'assainissement des cimetières, rapport auquel nous avons si souvent fait allusion, et qui nous a fourni de si précieux renseignements, de ramener à une juste appréciation la valeur des documents anciens qui ont servi de base à la plupart des travaux publiés par les partisans de la nocuité des émanations putrides des cimetières.

Mais, avant d'entrer directement dans le sujet et

avant d'avoir recours aux travaux de la commission de l'assainissement des cimetières, pour formuler à notre tour une opinion, jetons un coup d'œil rapide sur les documents que nous a laissés le siècle dernier.

Nous trouvons, dans le rapport du père Cotte, prêtre de l'Oratoire, daté du 15 janvier 1773, le récit suivant : un fossoyeur, qui creusait une fosse dans le cimetière de Montmorency, donna un coup de bêche dans un cadavre enterré un an auparavant ; « il sortit
« une vapeur infecte qui le fit frissonner et lui fit dres-
« ser les cheveux *dans* la tête. Comme il s'appuyait
« sur sa bêche pour fermer l'ouverture qu'il venait
« de faire, il tomba mort et les secours qu'on lui
« donna furent inutiles. »

Il faudrait être difficile pour ne pas voir dans ce fait un exemple topique à l'appui de la croyance à la nocuité des cimetières et à l'infection des villes par les émanations qui s'en dégagent.

Nous sommes surpris que les auteurs classiques qui ont écrit sur la matière aient essayé d'en tirer parti pour combattre les opinions actuelles.

Laissons de côté d'autres faits analogues qui n'ont qu'un intérêt historique et arrivons à un événement plus important, relaté par Maret et que l'on retrouve dans un certain nombre de traités d'hygiène.

« La petite ville de Saulieu vient d'essuyer une
« épidémie sur les événements de laquelle les éma-
« nations cadavériques ont sensiblement influé.
« M. Bauzon, docteur en médecine, a bien voulu me

« donner à ce sujet des détails qui ne me permettent
« pas de penser autrement.

« Il régnait en cette ville, depuis la fin de février,
« une fièvre catarrhale épidémique, principalement
« du genre putride bilieux, dont les symptômes
« n'étaient point alarmants et dont l'issue était rare-
« ment fâcheuse. Mais on avait inhumé le 5 mars, dans
« l'église paroissiale qui est sous le vocable de saint
« Saturnin, le cadavre d'un homme de grosse cor-
« pulence et qui était mort de la fièvre désignée. On
« fut dans le cas d'y enterrer, le 20 avril, une femme
« morte en couches et atteinte de la même maladie.

« On ouvrit la fosse près de celle du mort qui
« avait été inhumé le 3 mars. Ce fut pendant la
« matinée que se fit cette ouverture et la fosse resta
« ouverte pendant plus de dix heures.

« Le curé qui disposait cent dix-sept enfants pour
« la première communion le dimanche suivant, les
« rassemblait dans cette église, le matin et le soir et
« les y retenait deux ou trois heures chaque fois. Ils
« s'y trouvèrent le matin dans le temps de l'ouver-
« ture de la fosse et le soir de l'enterrement. Plusieurs
« de ces enfants se plaignirent, ce jour même, à leurs
« parents de ce que l'on sentait très mauvais à l'église,
« et leurs plaintes continuèrent les jours suivants.

« Cette odeur fétide était surtout sensible le matin,
« quoique la fosse fût fermée; ce qui avait encore
« contribué à rendre cette infection plus considérable,
« c'est qu'en descendant le cercueil dans la nouvelle
« fosse, une corde avait glissé, ce qui avait donné

« une secousse au cadavre et déterminé un écoule-
« ment de sanie, qui avait répandu une odeur affreuse
« dont tous les assistants furent vivement affectés.

« On avait fait, le même jour, dans l'église de
« Saint-Saturnin, deux mariages: l'un dans le moment
« où la tombe venait d'être levée, l'autre pendant
« qu'on creusait la fosse. Ainsi, en réunissant aux
« cent dix-sept enfants instruits par le curé le nombre
« des assistants aux deux mariages et à l'enterre-
« ment, on peut compter que, le jour de l'ouverture
« de cette funeste fosse, il y eut cent soixante-dix
« personnes exposées à respirer et à avaler les
« miasmes qui s'exhalaient dans l'église, et, de ce
« nombre, cent quarante-neuf ont été attaquées
« d'une fièvre intense, nerveuse, putride, maligne,
« qui participait de la qualité de la fièvre catarrhale
« régnante, mais qui en différait par l'intensité des
« accidents et par la nature des éruptions, qui avait
« enfin le caractère de la fièvre très grave, de la fièvre
« d'hôpital, maladie qui est reconnue avoir pour cause
« l'infection animale putride.

« Le curé, le vicaire, un des chantres, cent treize
« communians, trois des assistants du premier
« mariage, dix-sept de ceux qui étaient présents au
« second, deux des personnes qui entendaient la
« messe qu'on dit lors de cette cérémonie et neuf de
« celles qui assistaient au convoi ont eu cette maladie :
« ce qui prouve sensiblement que les émanations
« cadavéreuses contribuaient à la répandre. Une autre
« preuve non moins sensible, c'est qu'au 6 mai on ne

« comptait, parmi les malades, que quinze personnes
« qui ne se fussent pas trouvées à l'église le 20 avril ;
« qu'il n'est mort aucun de ceux-ci et que leur
« maladie ne différait pas de celle qui régnait avant
« l'infection de l'église.

« Malgré la grandeur du mal et la durée du règne
« de la maladie, qui le 24 juin n'avait pas encore
« cessé, il n'était mort, à cette date, que vingt-cinq
« malades. De ce nombre ont été M. Bonnet, curé de
« la paroisse, M. Soleau, vicaire, un chantre, un
« fossoyeur et un des enfants qui ont fait leur pre-
« mière communion ; le curé est mort le 9 mai ;
« dans le courant de ce mois, il y a eu quinze morts,
« et dix en juin. »

Il y avait donc, dans cette petite ville de Saulieu, une épidémie de fièvre catarrhale, analogue à la fièvre typhoïde et qui n'était pas aussi bénigne que le voulait le docteur Bauzon, puisque deux personnes en étaient déjà mortes.

Par suite de la présence d'un nombre assez considérable de gens dans un endroit où l'atmosphère était non seulement viciée par les émanations plus ou moins infectes issues des corps en putréfaction, mais encore par la souillure des dalles de l'église, due aux écoulements de sanie provenant du cadavre de l'individu mort de cette maladie épidémique, il n'y a rien de bien surprenant à ce que, dans ces conditions, la maladie se soit propagée avec une si grande intensité et surtout à ce que cette épidémie ait frappé justement le curé, le vicaire et le fossoyeur !

Il y a eu très certainement contagion directe; les exemples ne manquent pas, malheureusement, dans les épidémies de fièvre typhoïde, où des personnes étrangères, pénétrant pour quelques instants chez des typhiques, sans avoir absorbé aucun aliment liquide ni solide, ont transporté avec elles les germes de la maladie.

Ce fait, rapporté par Maret, ne peut être d'aucune utilité pour soutenir la théorie de la nocuité des cimetières, parce que les habitants au voisinage d'un cimetière ne sont jamais dans une situation comparable à celle des personnes qui étaient réunies ce jour-là dans l'église de Saint-Saturnin. Nous retrouvons, dans ce même mémoire de Maret, d'autres faits du même genre; en particulier, celui relatif aux travaux exécutés dans la ville de Riom, en Auvergne.

« En travaillant à quelques embellissements dans la
« ville de Riom, en Auvergne, on fouilla la terre des
« cimetières. Le terrain fut à peine ouvert, qu'il se
« répandit une infection considérable, et, peu de
« temps après, il se déclara dans la ville une maladie
« épidémique dont il mourut un nombre prodigieux
« de personnes, surtout parmi le peuple et dans le
« quartier qui était le plus voisin du cimetière dont
« on avait remué le terrain. »

« Cinq ou six années auparavant, une petite ville
« de la même province, qu'on nommait Ambert, avait
« été dévastée par une épidémie, qu'on attribua aux
« fouilles faites dans le cimetière, dont une partie fut
« transformée en grand chemin. »

A cette époque, lorsqu'une épidémie éclatait dans un centre populeux, on expliquait son éclosion par les fouilles pratiquées dans le sol. Pour qu'une pareille explication pût avoir une certaine valeur, il eût été intéressant pour le moins que les récits fissent mention des caractères des affections signalées. Il nous paraît donc peu admissible que ce soit sur de pareilles bases qu'on doive édifier une doctrine si affirmative et si exclusive dans ses résultats pratiques.

La commission d'assainissement des cimetières fut chargée, par l'entremise d'un de ses membres, M. Miquel, d'étudier la question au point de vue de la quantité et de la nature des germes contenus dans l'atmosphère de nos nécropoles parisiennes.

L'analyse microscopique a été faite par deux procédés distincts, consistant : l'un à recueillir à l'aide d'un aéroscope les différents germes qui se fixent sur une lamelle enduite d'un liquide gluant.

L'aéroscope de Miquel est un instrument dans lequel l'air aspiré, dirigé de bas en haut par un diaphragme conique, vient frapper une lamelle enduite de glucose en solution dans de la glycérine. L'air y dépose la majeure partie des germes et détritits qu'il contient, puis se rend de là dans un compteur, qui en mesure exactement le volume.

Les expériences aéroscopiques ont été faites simultanément au cimetière de Montparnasse et à l'observatoire de Montsouris. L'aéroscope qui a fonctionné au cimetière du Sud, du 14 août au 18 septembre

1869, était situé à 2 mètres au-dessus du sol. Toutes les quarante-huit heures, on enlevait et on examinait la plaque collectrice des germes, sur laquelle il avait été amené environ un mètre cube d'air.

La quantité d'air analysée, au cimetière du Sud s'est élevée à 14,733 litres et a fourni le nombre de 322,440 semences cryptogamiques, soit 21,5 microbes par litre d'air.

A l'observatoire de Montsouris, M. Miquel a obtenu le chiffre total de 279,095 microbes pour 15,374 litres d'air, soit une moyenne de 18,6 micro-organismes par litre.

Les expériences de M. Miquel ont confirmé ce que nous savions d'après les travaux de Tyndall, Maddov, Douglas Cunningham, à savoir : que, d'une part, le nombre des micro-organismes baisse rapidement sous l'influence d'une forte chute de pluie; que, d'autre part, le chiffre de microbes est plus élevé lorsque le temps est sec.

On voit donc que, contrairement à l'opinion généralement accréditée, l'atmosphère d'un cimetière, et en particulier du cimetière de Montparnasse, n'est pas une source permanente et considérable de germes capables de polluer l'air qui circule à sa surface. On voit aussi que, malgré l'apparente augmentation qui existe dans le taux pour cent des micro-organismes du cimetière de Montparnasse et qui tient à ce que les expériences ne pouvaient être faites rigoureusement, simultanément aux deux stations, l'air du cimetière du Sud n'est pas sensiblement plus chargé de spores

de moisissures vulgaires que l'air puisé à l'observatoire de Montsouris.

M. Miquel a poussé plus loin l'observation rigoureuse, il a examiné les différents germes des cryptogames, afin de se rendre compte de ce fait : les germes trouvés au-dessus du sol du cimetière du Sud diffèrent-ils de ceux récoltés à Montsouris ?

L'examen microscopique a révélé la présence de spores de moisissures vulgaires, telles que celles d'*aspergillus*, de *penicillum*, de *mucus*; on a rencontré également des semences de *sfusarium*, de *telenosporum*, d'*alternaria*, de spores de *leptothricum*, ainsi que des moisissures brunes ou jaunâtres très répandues à la surface du bois mort, et qui paraissaient être voisines des *macrosporium*.

L'atmosphère du cimetière de Montparnasse renfermait, en outre, de nombreux utricules polliniques, de formes extrêmement variées, etc.

Il résulte des conclusions de M. Miquel qu'il est impossible de distinguer, dans les préparations nombreuses qui ont été faites, la prédominance de telle ou telle semence. Dans ces conditions, le savant directeur de l'observatoire de Montsouris affirme qu'il n'existe pas de différence entre les spécimens de poussière récoltés aux deux stations.

Le problème n'est certes pas résolu par cette première série d'expériences; il importait au premier chef de savoir si le micro-organisme, pathogènes, microcoques, bacilles, vibrions, se trouvaient en

quantité plus notable dans le cimetière du Sud que dans le parc de Montsouris.

Le principe même de la présence des bactéries dans l'air a été l'objet d'opinions diverses chez un certain nombre de savants.

Burdou Sanderson, en particulier, n'admettait pas que l'atmosphère pût contenir des germes susceptibles d'ensemencer des liquides de culture. Tyndall, au contraire, était partisan de la grande dissémination des germes dans l'air.

Entre ces deux doctrines opposées, il y avait place pour un juste milieu ; aussi M. Miquel, par les recherches spéciales qu'il a faites au laboratoire de Montsouris, a-t-il été amené à ces conclusions :

1° L'air puisé au parc de Montsouris ne renferme pas, en moyenne, par mètre cube, plus de 150 spores de bactéries capables de germer et de se multiplier dans un liquide nutritif stérilisé ;

2° Les germes des bactéries, fréquents en été et en automne, deviennent très rares pendant l'hiver ;

3° En temps de pluie et pendant les périodes humides, le chiffre de ces derniers organismes baisse considérablement, pour se relever au moment de la sécheresse ;

4° Durant les périodes sèches, le nombre des bactéries aériennes croît avec la vitesse du vent ;

5° Les schizophytes les plus répandus autour de nous sont, par ordre de fréquence : 1° les micrococen ; 2° les bacilles ; 3° les bactéries.

Les expériences comparatives qui ont été prati-

quées au cimetière du Sud ont permis au météorologiste de l'observatoire de Montsouris de conclure définitivement que :

1° L'air du cimetière de Montparnasse est chargé d'un nombre de spores de moisissures très voisin du nombre des spores de même nature tenues en suspension dans l'air du parc de Montsouris ;

2° Par les temps de pluie, les atmosphères du cimetière et de Montsouris sont d'une égale richesse en germes de bactéries ; en temps de sécheresse, les bactéries sont plus fréquentes au cimetière, ce qui paraît dû au roulage et aux autres causes qui tendent à restituer à l'air des grandes villes les poussières finement pulvérisées, qui recouvrent les voies publiques. Quoiqu'il en soit, quand le temps est beau et sec, l'atmosphère du cimetière est encore plus pauvre en bactéries que l'air en mouvement dans les rues du centre de Paris.

3° Parmi les bactériens récoltés au cimetière du Sud, il n'en est pas un qui, injecté par milliards dans le sang des animaux vivants, se soit montré capable de produire des désordres pathologiques, même légers ;

4° Pour se défendre des germes nocifs ou non, que le vent peut arracher au sol d'un cimetière toujours riche en substances en voie de décomposition, on peut mettre en usage deux moyens prophylactiques : le premier, le plus radical, mais le plus efficace, consisterait à cesser toute inhumation ou à incinérer tous les nouveaux cadavres ; le second, peut-être plus en accord avec le culte pieux que la population

parisienne pratique à l'égard des morts, doit avoir pour but d'éviter la dessiccation de la terre des fosses fraîchement creusées, et d'enchaîner sur le sol remué tout germe de bactérien, jusqu'à l'instant où une épaisse végétation puisse le soustraire aux agents atmosphériques qui tendent à la fois à le pulvériser et à le répandre au loin dans les rues et l'intérieur des habitations.

CHAPITRE V

DES CAUSES DE DESTRUCTION DES GERMES EXPOSÉS AU CONTACT DE L'AIR

Pour que l'atmosphère d'un cimetière soit chargée, à un moment donné, de germes pathogènes, et pour que ces cimetières deviennent l'origine de l'infection microbienne de l'atmosphère, il faut que les micro-organismes qui ont été enfouis en même temps que les cadavres inhumés remontent à la surface du sol.

Par quels mécanismes pouvons-nous expliquer un semblable transport ? La première idée qui se présente à l'esprit, c'est que les microbes sont amenés à la surface par des animaux qui vivent ordinairement dans le sous-sol des cimetières.

Parmi ces animaux, nommons d'abord les vers de terre, qui, par le transport de leurs déjections, peuvent ramener les spores de certaines bactéries, puis les insectes nécrophores qui vivent sur les cadavres

et qui accomplissent un certain stade de leur évolution dans le sol.

Pasteur et Joubert ont établi que les vers de terre sont les principaux acteurs de la dissémination de la bactériidie charbonneuse, et que c'est surtout à ces annelés qu'on doit la formation des champs maudits.

En effet, les spores de la bactériidie charbonneuse ainsi transportées à la surface du sol sont susceptibles de résister plus ou moins longtemps aux divers agents de destruction.

Dans les cimetières, ces conditions se rencontrent bien rarement; nous avons cité la bactériidie charbonneuse dont les spores sont des plus résistantes à l'action des agents atmosphériques; mais c'est là une affection assez rare chez l'homme, et les vers de terre sont peu nombreux dans nos nécropoles; il n'en est plus de même des insectes, ces travailleurs de la mort, comme les appelle M. Mégnin. Et, de fait, on en trouve constamment, dans les exhumations, en quantité plus ou moins considérable, suivant les saisons dans lesquelles ont été pratiquées ces inhumations.

Grâce aux intéressants travaux de M. Mégnin, la médecine légale a pu utiliser, pour déterminer l'âge d'un cadavre, la connaissance du nombre de générations d'un même insecte par ses coques. Les insectes variant aussi d'une saison à une autre, l'entomologie fournit également, en pareil cas, de précieux renseignements.

Nous ne voulons pas envisager dans ce travail l'action des insectes nécrophores dans la destruction des cadavres. Nous dirons seulement en passant, que nous ne partageons pas entièrement l'opinion de M. Mégnin, qui attribue à ces travailleurs de la mort une influence des plus actives sur la destruction des cadavres.

Le rôle capital, dans l'œuvre de la destruction cadavérique, incombe aux micro-organismes ; latéralement nous y joindrons l'action des insectes, comme nous y avons joint l'influence des végétations cryptogamiques.

Il est possible que, dans certains cas, cette action latérale soit exercée par les insectes, de même qu'elle peut appartenir aux champignons, mais l'action maîtresse est tout entière confiée aux microbes.

Pour en revenir à notre discussion, nous disions que les insectes qui fréquentent les cadavres inhumés dans les cimetières accomplissent une période de leur révolution larvaire dans le sol, puis, devenus adultes, regagnent les parties supérieures de la couche du sol, pour vivre à l'état des mouches.

Devons-nous admettre que ces insectes, qui ont abandonné leurs coques dans les profondeurs du sol, entraînent avec eux les germes de la putréfaction ? Si l'on admettait, ce qui au premier abord n'a rien de bien invraisemblable, que les mouches transportent de la sorte des microbes, la dissémination, si tant est qu'elle existe, — ce qui ne nous paraît nullement

démontré, — se produirait partout, aussi bien dans l'atmosphère des cimetières que dans les autres endroits !

Supposons pour un instant que les micro-organismes puissent atteindre les couches superficielles par un moyen de transport secondaire, par des insectes, ou bien par des forces capillaires ou autres.

Examinons un peu ce qu'il adviendra des microbes ainsi mis au contact avec l'atmosphère.

Si nous consultons la statistique de l'*Annuaire de Montsouris*, nous serons frappés de voir combien est faible le nombre de microbes vivants en suspension dans l'atmosphère, et en particulier, parmi ces microbes vivants, combien est faible le nombre de ceux qui sont pathogènes.

L'explication de ce fait nous est donnée par une série de travaux des plus remarquables, relatifs à l'influence de l'action de la lumière sur les microbes.

Nous allons trouver dans cette action de la lumière solaire un puissant contre-poids au développement immodéré des micro-organismes.

Les premiers qui se sont occupés du rôle important que joue la lumière dans la destruction des microbes de l'air furent Downes et Blunt. Malheureusement, ces expérimentateurs avaient eu recours à des procédés défectueux, en ce sens qu'ils se servaient de milieux de cultures peu favorables à la germination des spores contenues dans les poussières de l'air ; aussi, leurs conclusions ne présentent-

elles pas la rigueur scientifique que comporte un pareil sujet.

Arloing et Duclaux ont repris la question en utilisant des microbes définis, au lieu de cultures spontanées, comme l'avaient fait Downes et Blunt. Ils ont cultivé ces microbes dans des liquides nutritifs appropriés à leurs exigences. Ces habiles expérimentateurs ont conclu de leurs travaux que la mort de tous les microbes est d'autant plus rapide que l'insolation est plus forte, et qu'elle est beaucoup plus prompte même sous un soleil faible qu'à l'obscurité ou à la lumière diffuse.

Il y a dans cette action de la lumière un point intéressant qui avait été remarqué par Downes et Blunt. Des germes exposés dans le vide à la lumière ne perdaient pas leur action germinative ; aussi ces auteurs en avaient-ils inféré que l'action de l'oxygène était indispensable pour stériliser les microbes.

Nous sommes donc là en présence d'un phénomène analogue à celui que produit la lumière solaire sur des solutions d'acide oxalique, d'acide formique ou d'acide lactique (Duclaux).

Les expériences de Pansini nous montrent que cette action stérilisante de la lumière ne se fait pas toujours sentir d'une façon absolue ; certains microbes y perdent de leur virulence.

Cette action retardatrice de la lumière finit par devenir mortelle à la longue, et d'autant plus rapidement que les rayons solaires ont frappé plus normalement la surface à stériliser.

De même que Gaillard, Pansini avait remarqué que la rapidité d'action de la lumière variait considérablement non seulement avec le même microbe, mais aussi avec le milieu de culture employé.

En effet, des lamelles exposées au soleil pendant quelques minutes perdaient un plus grand nombre de microbes dans ce court espace de temps que dans la suite

La lumière solaire n'agissait pas avec la même intensité sur tous les microbes exposés à son action ; certains individus, plus résistants, mettaient plus de temps pour éprouver les effets stérilisants de l'action solaire.

Janowski a étudié l'action des rayons solaires sur un seul microbe, sur le bacille d'Eberth. Ces expériences ont été des plus intéressantes et les résultats en sont des plus rassurants, car Janowski a clairement établi que le microbe de la fièvre typhoïde subit comme la plupart des autres germes, l'influence stérilisante des rayons lumineux.

Les expériences de Janowski ont, en outre, démontré ce caractère spécial fort important : c'est que l'action de la lumière ne se fait pas sentir par l'effet de la chaleur elle-même, mais par l'influence des rayons chimiques du spectre solaire.

Pour résoudre ce problème, Janowski s'est servi de liquides absorbants colorés, et il a reconnu que ce sont les liquides qui préservent le mieux une feuille de papier sensible à la lumière qui étaient aussi pour le bacille typhique le meilleur préservatif contre la mort.

Sans entrer plus avant dans ce sujet si intéressant au point de vue scientifique, nous voyons que l'influence de la lumière n'agit surtout que par l'influence des rayons chimiques qui amènent le plus souvent des phénomènes d'oxydation.

Ces phénomènes d'oxydation jouent un rôle très actif dans la vie protoplasmique des cellules végétales qui vivent au contact de l'air, et qui ont des tissus et des organes variés ; mais elles sont plus difficiles à constater chez les microbes, et en particulier dans le genre bacille.

Cette action de lumière n'est pas limitée aux êtres vivants ; elle avait été signalée depuis bien longtemps par Chevreul comme s'exerçant sur les matières colorantes, ce savant avait prouvé que l'influence de la lumière, de l'oxygène, pouvait oxyder la cellulose.

Quoi qu'il en soit, sans vouloir généraliser et en nous bornant à interpréter seulement les travaux touchant cette question de l'action de la lumière sur les microbes, nous pouvons dire que, dans l'état actuel de la science, il est généralement admis que les germes détruits dans l'atmosphère le sont en grande partie grâce à l'influence des rayons chimiques du spectre solaire.

DEUXIÈME PARTIE

LIQUIDES DE LA PUTRÉFACTION

CHAPITRE PREMIER

DE LA POLLUTION DES EAUX PAR LES LIQUIDES PROVENANT DES CIMETIÈRES

Les partisans de la nocuité des cimetières ont renoncé désormais à la théorie des émanations putrides ou « miasmatiques » s'exhalant des cimetières. Les expériences qui ont été faites sur ce sujet, et dont nous avons donné un aperçu, ne permettaient plus qu'un seul doute subsiste à cet égard dans les esprits.

La vérité est que le sol des cimetières ne laisse jamais passer les gaz de la putréfaction dans les inhumations, telles qu'elles sont pratiquées en général.

Lorsque, dans certains cas, on a cru devoir accuser les cimetières de répandre dans l'atmosphère des gaz méphitiques, une enquête dirigée avec un soin suffisant, a établi que l'origine des odeurs plus ou moins désagréables était due à des causes étrangères.

Aussi, comme nous le disions, on tend à ne plus attacher d'importance à ce point particulier. En revanche, les adversaires de l'innocuité des champs de repos se sont rejetés sur la contamination des puits par les eaux d'infiltration des cimetières et sur le danger de la propagation des maladies infectieuses, fièvre typhoïde, choléra, etc., etc., résultant de la pollution des nappes souterraines.

Examinons d'abord la question des eaux.

M. Bouchardat, dans un article de la *Revue scientifique* (1874), se prononçait catégoriquement au sujet de l'innocuité des cimetières; il déclarait que la masse de terre que l'eau doit parcourir dans les circonstances actuelles était suffisante pour la filtrer et la dépouiller de toute matière organique.

Cette doctrine était combattue par MM. Belgrand et Alphand, dans plusieurs mémoires, que nous allons analyser rapidement.

A la suite de la séance du 7 mai 1874, dans laquelle le conseil municipal de Paris avait voté l'ajournement de la translation des cimetières de Méry-sur-Oise, le préfet de la Seine demandait à M. Belgrand. :

1° De lui faire connaître les raisons tirées, soit de la nature du sol, soit de la présence des nappes

d'eau souterraine, qui, lors des études auxquelles il s'était livré à diverses reprises, sur la demande de l'administration, lui ont fait écarter d'une manière générale toute une zone de terrain située près des murs, notamment le plateau de Bagnolet, les terrains entre la Marne et la Seine, et les terrains au sud de la Seine, en amont de Paris, enfin la presqu'île de Gennevilliers.

2° D'étudier, au point de vue de la composition du sol et des nappes d'eau qu'ils peuvent renfermer, les terrains désignés par les auteurs du contre-projet soumis au conseil municipal.

M. Belgrand commence par donner son opinion sur le sujet qu'il est chargé de discuter. « Avant d'entrer en matière, je crois indispensable d'examiner certaines questions dont on ne paraît pas tenir un compte suffisant dans les propositions qu'on fait à la Ville. Ainsi, la plupart des emplacements désignés versent leurs eaux souterraines soit dans la traversée de Paris, soit en amont, dans la Seine et dans la Marne.

« Il semble qu'aux yeux des auteurs de ces projets, l'action des cimetières sur les eaux souterraines soit négligeable, que l'opposition violente des populations à tout établissement nouveau soit basée sur un simple préjugé : la crainte, plus chimérique que fondée, de boire de l'eau chargée de détritus humains. Cette crainte n'est *malheureusement* que trop réelle, et c'est ce que je dois chercher à établir avant tout. »

M. Belgrand nous trace un tableau peu séduisant du sol ancien de Paris, alors que les fosses d'aisances étaient perméables, les chaussées non pavées, les gouts à ciel ouvert, alors que les cimetières entouraient les églises et que les voiries étaient déposées aux portes de la ville.

Les habitations des Parisiens reposaient, à cette époque, sur un épais mélange de plâtres et de boue de Paris. Comme *preuve* de ce mauvais état, M. Belgrand cite les caves qui à ce moment, étaient de véritables nitrères exploitables et effectivement exploitées par l'administration de la Guerre, qui en lessivait le *sol*.

Les nombreux travaux d'assainissement entrepris depuis plus d'un siècle, tels que l'éloignement des cimetières, l'obligation imposée aux propriétaires par l'ordonnance du 24 septembre 1819 de rendre leurs fosses étanches, la substitution à partir de 1830, des pavages bombés aux chaussées au milieu desquelles coulait le ruisseau, sont venus modifier heureusement les conditions du sous-sol de Paris.

Malgré toutes ces mesures, malgré celles que, de son côté, avait prises la Ville de Paris relativement à la création des cimetières du Père-Lachaise, de Montmartre et enfin du Montparnasse en 1824, M. Belgrand estime que l'état du sol parisien est encore pitoyable.

« Ainsi, en ouvrant nos fouilles d'égout, nous
« trouvons, dit-il, des traces non douteuses de l'état
« ancien du sol. L'égout de la rue Notre-Dame-de-

« Nazareth est construit dans le terreau noir de
« l'ancienne voirie Bonne-Nouvelle ; dans le voisi-
« nage des églises, les emplacements des cimetières
« sont également caractérisés par une couche
« épaisse de terreau noir, mélangé de débris d'osse-
« ments. Enfin, dans toutes les rues nous traversons
« un mélange noirâtre de boue de Paris.

« Les nitrères des caves sont beaucoup moins
« actives et ne sont plus exploitées par l'adminis-
« tration de la Guerre, qui peut se procurer le sal-
« pêtre à meilleur compte ; mais néanmoins elles
« existent toujours dans les vieux quartiers. De l'en-
« semble de ces faits, on est porté à conclure que
« les *eaux souterraines de Paris doivent avoir été*
« *profondément altérées.* »

Nous mentionnons, comme venant à l'appui de
cette opinion, les recherches de M. Boussaingault
sur les eaux des puits de Paris.

Pour soutenir et justifier son argumentation,
M. Belgrand envisage ensuite la nature géologique
du bassin de Paris et indique la direction que suivent
les eaux du sous-sol parisien pour se rendre dans la
Seine.

D'après M. Delesse, « les eaux du Père-Lachaise
« traversent une partie du XI^e, puis du XII^e arron-
« dissement et tombent dans la Seine, vers les ponts
« de Bercy et d'Austerlitz.

« Les eaux du cimetière Montmartre se divisent
« en deux parties : l'une s'écoule dans les IX^e, VIII^e
« et I^{er} arrondissements et tombe en Seine de chaque

« côté de la place de la Concorde; l'autre passe sous
« le quartier des Épinettes et se dirige vers la Seine,
« en passant sous Clichy.

« Les eaux du cimetière de Montparnasse passent
« dans les VI^e et VII^e arrondissements et tombent en
« Seine, de chaque côté du pont des Saints-Pères.

« Ces eaux, dit M. Belgrand, s'ajoutent en passant
« à celles qui sont corrompues par les résidus des
« fosses d'aisances non étanches du siècle dernier,
« aux eaux sulfureuses(?) qui sortent des anciennes
« voiries du quartier Bonne-Nouvelle et alimentent
« en passant les trente-mille puits de Paris.

« Après avoir traversé ainsi les puits, les eaux
« souterraines se rendent à la Seine, dans laquelle,
« elles versent des *produits d'une nature telle* que
« personne ne peut les accepter. M. Boussingault
« a dosé l'ammoniaque contenue dans l'eau du fleuve
« au pont d'Austerlitz; dans une analyse faite en
« avril, il en a trouvé 0^{gr},12 par mètre cube. Dans
« une analyse faite en octobre, 0^{gr},09 par mètre cube.

« Or, même après l'arrivée des eaux de la Vanne,
« le fleuve fournira encore un complément d'eau
« considérable, non seulement pour les services
« publics, mais pour les besoins domestiques. Il est
« donc très important de ne pas aggraver l'altération
« des eaux du fleuve qui n'est pas encore bien sen-
« sible. »

Comme le fait remarquer à juste titre M. Dumesnil,
la Seine renferme de 9 à 12 centigrammes d'ammo-
niaque par mètre cube au pont d'Austerlitz. A cet

endroit, en outre des eaux souterraines du Père-Lachaise (?), celles du XI^e et du XII^e arrondissements, celles de l'égout de la Salpêtrière.

En conséquence, on se demande dans quelle mesure M. Belgrand peut être autorisé à faire intervenir les eaux provenant du cimetière du Père-Lachaise, pour fournir le taux de 0^{gr},12 d'ammoniaque par mètre cube, dans les analyses faites avec les eaux de la Seine.

Il eût été intéressant, pour établir de façon irréfutable l'influence nocive des eaux de filtrations issues soit de ce cimetière, soit des autres liquides putrescibles qui atteignent, d'après M. Belgrand, la nappe souterraine, d'instituer une série d'expériences consistant en prises d'échantillons sur les divers points de la nappe d'eau souterraine avant son arrivée en Seine.

Ces recherches auraient eu l'avantage de déterminer jusqu'à quelles limites on serait en droit d'incriminer les eaux de filtration du Père-Lachaise et celles des cimetières en général; d'ailleurs, nous reviendrons plus loin sur ce sujet particulier.

Nous empruntons à un travail de M. Vernois, publié dans les *Annales d'hygiène*, la relation du fait suivant :

« Dans la commune de Saint-Didier (Allier, « 835 habitants), à moins de 50 mètres du cimetière « existe l'unique puits qui dessert la localité pour « l'usage alimentaire.

« Cette eau, avant d'arriver au puits, filtre dans un

« terrain d'alluvions anciennes et de rognons d'argile ; toute la partie superficielle est très perméable.

« Le puits est très profond, la température à la surface de l'eau n'était que de $+ 6^{\circ}$ au moment de l'expérience, l'odeur était donc peu nauséabonde, mais la saveur très fétide ; soumise à l'évaporation, elle a donné un résidu foncé qui chauffé progressivement, s'est coloré en brun noirâtre et a répandu une odeur légèrement empyreumatique.

« Ce résidu, traité par l'acide chlorhydrique diluée, a dégagé du gaz carbonique sentant la colle forte ; une autre partie, mélangée à de l'hydrate de chaux, a indiqué la présence d'une quantité notable d'un sel ammoniacal.

« Ces recherches, ayant été communiquées au curé de la paroisse de Saint-Didier, dont le puits avait fourni l'eau analysée, celui-ci se souvint que son prédécesseur avait cessé de faire usage de cette eau, après lui avoir trouvé plusieurs fois une odeur rebutante. Lui-même avait constaté que, durant les chaleurs de l'été et en certain temps, cette eau devient trouble, prenant une légère odeur putride et une saveur toute particulière. »

Il semblerait que ce fait dut être considéré comme un argument décisif en faveur de l'opinion suivant laquelle la nappe souterraine serait souillée par les eaux qui émanent des cimetières. M. Lefort, qui a communiqué ce cas à l'Académie de médecine, en juin 1871,

a négligé de mettre en lumière l'influence de causes qui, à notre avis, sont capitales et absolument étrangères à la proximité immédiate du cimetière, c'est-à-dire des fosses d'aisances plus ou moins étanches, des fosses à purin, des puisards, etc.

Le voisinage d'une fosse non étanche, l'infiltration lente des produits ammoniacaux qui se dégagent des étables ou des écuries, exercent une action beaucoup plus sensible et plus décisive que l'infection des puits par les eaux du cimetière où les cadavres sont inhumés à des intervalles plus ou moins éloignés, ainsi que cela se pratique dans le cimetière du village de Saint-Didier.

On peut opposer à la communication de M. Lefort cette observation de M. Guérard : « Avant de passer
« à un autre point, disons quelques mots d'une dis-
« position qui a été signalée plusieurs fois comme
« pouvant exercer une influence fâcheuse sur la
« santé : il s'agit de la filtration, à travers les cime-
« tières, des eaux destinées à des usages domes-
« tiques.

« Nous n'avons pas de données précises sur la
« valeur de ces reproches, mais le fait suivant prou-
« vera que cette filtration peut produire de bons
« effets. Dans une visite que nous fîmes, il y a quel-
« ques mois, au cimetière de l'Ouest, avec mes
« collègues du Conseil de salubrité, nous fûmes
« curieux de savoir si l'eau du puits creusé au milieu
« du terrain avait quelques propriétés particulières
« que l'on put attribuer à son entourage.

« Nous apprîmes qu'au lieu d'être crue,
« comme la nature calcaire du sol le faisait suppo-
« ser, elle dissolvait le savon, cuisait les légumes,
« etc. Cette eau était, d'ailleurs, inodore et de bon
« goût. M. Barruel, qui faisait, avec nous, partie de
« la commission du Conseil, jugea aussitôt que,
« dans sa filtration à travers un terrain imprégné de
« sels ammoniacaux, le sulfate calcaire qu'elle ren-
« fermait avait été décomposé, que, par conséquent,
« cette eau devait contenir des sels à base d'ammo-
« niaque. Nous emportâmes, chacun de notre côté,
« un échantillon de liquide ; l'analyse en fut faite et
« confirma l'induction de notre savant collègue. »

Si nous consultons les rapports qui, à diverses époques, ont été rédigés à cet égard par les conseils de salubrité, nous nous apercevrons qu'il y a eu, en général, exagération dans les plaintes qui ont été formulées au sujet du danger plus ou moins grand résultant de la présence des matières organiques mêlées aux eaux des puits par suite du voisinage des cimetières, et, comme le dit fort judicieusement M. Vernois, à propos du mémoire de M. Lefort :
« L'insalubrité contre laquelle on s'élève si souvent
« pourra se réduire à une *incommodité morale sur-*
« *tout.* »

Nous avons lu avec un vif intérêt le rapport de M. Faure au conseil de salubrité de la Gironde, sur les eaux provenant du drainage du cimetière des catholiques. Ce rapport a été écrit à la suite d'un arrêté de M. le maire de Bordeaux, approuvé par

M. le préfet et portant interdiction de laver du linge dans le ruissau de la Devèse, en aval du boulevard de Ceinture, attendu que les eaux en sont infectées par les infiltrations issus du cimetière des catholiques, situé sur le haut du versant gauche de ce ruisseau.

L'analyse chimique de l'eau fournie 1° par le drainage des caveaux du cimetière; 2° par le drainage du champ commun a été faite par la commission et nous avons cru qu'il était de notre devoir de reproduire textuellement plusieurs passages du rapport de M. Faure, parce qu'ils caractérisent nettement l'importance exagérée du rôle qu'on a trop souvent attribué, dans la pollution des puits et de la nappe souterraine, aux eaux d'infiltrations venues des cimetières.

« L'eau que nous allons examiner a été fournie par
« le collecteur asséchant les caveaux. Depuis long-
« temps, les eaux de la Devèse pénétraient chaque
« année par infiltration dans un grand nombre de
« caveaux, bordant le côté ouest du cimetière; elles
« y séjournaient pendant la saison pluvieuse et ce
« n'est que vers le moi de mai que les corps renfer-
« més dans les caveaux étaient à sec.

« L'eau que nous avons recueillie fin mai et sur
« laquelle nous avons opéré ne devait pas être la
« même que celle où les corps avaient macéré pendant
« l'hiver, car l'un des gardiens nous assura que les
« ouvriers qui travaillaient à la pose des drains avaient
« été très fatigués par l'odeur putride que répan-
« daient ces eaux autour d'eux.

« Le filet qui s'écoulait du collecteur, au moment

« où nous avons pris notre échantillon, fournissait
« environ 1 litre par minute, et le ruisseau de la
« Devèse était assez gonflé à ce moment pour que
« nous ayons évalué à 500 litres par minute l'eau
« coulant devant l'ouverture du collecteur.

« *Caractères physiques.* — L'eau soumise à l'exa-
« men était transparente, de couleur jaune, légère-
« ment verdâtre; elle avait une odeur terreuse rap-
« pelant celle de l'argile humide; sa saveur était
« fade, nauséuse, mais rien ne rappelait l'odeur de
« la matière animale en putréfaction.

« La chaleur n'avait aucune action apparente sur
« la transparence, mais l'ébullition amenait un pré-
« cipité abondant de sels de chaux; aucune odeur
« autre que celle déjà indiquée ne se montrait en la
« chauffant.

« Le tannin en solution versé dans cette eau
« sortant des drains était sans action immédiate;
« mais, après 30 ou 40 minutes de contact, l'eau se
« colorait en brun et atteignait peu à peu la couleur
« noire.

« La teinture de tournesol était sensiblement
« rougie par cette eau. Les solutions minérales les
« plus sensibles pour signaler la présence du soufre,
« du phosphore, etc., n'ont donné que des résultats
« négatifs.

« Du linge blanc a été placé dans une grande
« capsule en porcelaine remplie de l'eau du drainage
« des caveaux; il est resté vingt-quatre heures en
« macération dans cette eau, puis on l'a étendu sur

« cordes pour le faire sécher, comme le font les
« lavandières.

« Avant, pendant et après son séchage, ce linge
« n'a répandu aucune odeur qui rappelât l'odeur
« cadavéreuse. Plié et renfermé pendant vingt jours
« dans un coffre, puis exposé à l'air, aucune odeur
« suspecte ne s'est manifestée. 1 kilogramme d'eau
« du drainage, placé dans une petite cornue, a été
« mis en ébullition pour distiller 100 grammes de
« produits; le liquide n'avait aucune odeur ammo-
« niacale, même en l'additionnant d'un peu de
« potasse caustique.

« L'eau restant dans la cornue a été placée dans
« une large capsule et évaporée à l'étuve jusqu'à
« siccité; elle a laissé un résidu d'aspect terreux,
« de couleur fauve, qui pesait, bien sec, 3^{gr},428;
« traitée par l'alcool à 60°, à une température de
« 50°, puis filtrée, la solution alcoolique évaporée à
« siccité à un feu doux, il est resté un résidu salin du
« poids de 0^{gr},542, formé de chlorures alcalins et de
« matières organiques végétales sans aucune trace
« de sels ammoniacaux.

« *Analyse de l'eau du drainage du champ commun.*

« — Cette eau a été puisée à un collecteur éloigné
« plus de 50 mètres d'une des divisions du champ
« commun. Nous n'avons pu constater si l'eau qui
« s'écoulait et où nous avons puisé celle qui a servi
« à ces expériences provenait de la couche du terrain
« occupée par les corps ou si elle provenait de tout
« autre terrain supérieur ou inférieur à cette couche;

« toujours est-il qu'elle est versée dans la Devèze.

« Cette eau avait la même couleur, la même odeur et à peu près la même saveur que celle « provenant du drainage des caveaux. Abandonnée « à l'air libre pendant plusieurs jours, soit dans un « flacon à large ouverture, soit dans une capsule, « nous n'avons rien remarqué de particulier : elle « s'est conduite comme la précédente.

« Évaporée à l'étuve, elle a laissé un résidu plus « volumineux et plus lourd que le n° 1. Il pesait sec, « pour 1 kilo d'eau évaporée, 4^{gr},064. La matière « organique végétale était plus abondante que dans « le n° 1. Mais le carbonate et le phosphate de chaux « y étaient en moindre quantité; l'albumine, la silice « et l'oxyde de fer étaient en plus forte proportion. « Dans cette eau, comme dans la première, nous « n'avons reconnu aucun produit animalisé, aucune « trace de sels ammoniacaux, ni d'azotate, rien enfin « rappelant une origine animale.

« Le phosphate de chaux et le carbonate calcaire « constituant la charpente humaine ont été les seuls « produits que nous ayons trouvés en forte propor- « tion dans les eaux du drainage du cimetière.

« Du linge lavé et mis à macérer dans cette eau, « comme dans l'analyse n° 1, a présenté les mêmes « résultats secs et même humides; ce linge n'a « dégagé aucune odeur qui put rappeler l'origine de « l'eau dans laquelle on l'avait fait tremper; un mois « après cette opération, il n'avait contracté aucune « mauvaise odeur. »

De ces diverses opérations, la commission a cru devoir conclure « qu'au point de vue chimique, les
« eaux provenant du drainage du cimetière parais-
« sent assez pures et exemptes de matières animales
« pour que leur introduction dans l'eau du ruisseau
« la Devèse ne puisse compromettre la salubrité
« publique ou être nuisible aux diverses industries
« qui s'exercent sur ce ruisseau ; mais, au point de
« vue de la morale et de la décence publique, peut-
« on tolérer que les lavandières lavent, à l'insu de
« leurs clients, le linge qui leur est confié dans une
« eau dont l'origine a quelque chose de si repoussant
« et de si pénible que personne ne consentirait à leur
« donner son linge si l'on connaissait la source de
« l'eau qui doit servir à le laver ? »

L'analyse de ces eaux a donné des résultats entièrement négatifs. Dès lors, nous est-il possible d'admettre, comme le dit M. O. Du Mesnil, de qui nous tenons ces documents, que les eaux qui pénètrent lentement dans les puits par infiltration soient capables de polluer les eaux de ces puits ?

Le rapport de M. Brun, publié dans le *Mémorial* des séances du conseil municipal de Genève, nous fait connaître des expériences qui offrent un puissant intérêt.

A la suite des craintes exprimées au grand conseil sur la salubrité des eaux des cimetières, M. Brun, président de la Société de pharmacie, directeur du jardin botanique de Genève, a procédé à l'analyse des eaux des divers cimetières.

« L'eau prise à la pompe la plus centrale, dans
« l'intérieur du cimetière de Plainpalais, était lim-
« pide, sans odeur et bonne à boire. J'ai appris que,
« l'été, les personnes qui vont pour arroser les fleurs
« sur les tombes boivent souvent de cette eau.

« Le puits qui alimente cette pompe est tout entouré
« de tombes anciennes et nouvelles ; il est assez pro-
« fond pour réunir les eaux d'alentour et pour que sa
« température ne varie pas. Du reste, la température
« moyenne du sous-sol, déjà à 1^m,50 ou 2 mètres,
« est à peu près la même en été et en hiver. L'ana-
« lyse chimique et l'examen microscopique de
« cette eau n'ont dénoté aucune substance nuisible,
« ni aucune trace de spores végétales, ni de ferments.
« Cette eau a donné à l'évaporation 38 centigrammes
« de dépôt salin, formé surtout de sulfate de chaux et
« de 12 centigrammes de matière organique, soit en
« tout 50 centigrammes par litre. Ces pores n'ont
« rien d'anormal et bien des eaux potables sont
« chargées des mêmes sels et de matière organique
« en plus grande abondance.

« L'eau d'une autre pompe qui touche le mur du
« cimetière vers la salle d'attente était également
« limpide et bonne à boire. Mêmes résultats à l'ana-
« lyse chimique qualitative. Le jardinier, les employés
« du cimetière et les gens du voisinage ont bu sans
« inconvénient cette eau pendant bien des années.

« Au cimetière de Châtelaine, j'ai pris l'eau de la
« pompe qui est dans l'intérieur ; cette eau provient
« d'un drainage qui *passé sous les fosses*, sur une

« longueur d'environ 240 pas. Elle était limpide, sans
« odeur et bonne à boire. Les fossoyeurs m'ont dit
« que toute l'année ils buvaient de cette eau et la
« trouvaient *constamment* bonne. L'investigation
« chimique et microscopique à laquelle je l'ai sou-
« mise n'a pas présenté la moindre trace de substance
« nuisible à la santé, et notamment pas de trace de
« ferments organiques, bien que l'eau du cimetière
« semble être stagnante à de certains endroits. C'est
« l'argile du terrain qui agit sans doute comme un
« agent purificateur.

« En contre-bas du cimetière, il y a une pompe à
« trente pas de la maison d'entrée. Si les eaux souter-
« raines de ce cimetière s'écoulent suivant la pente
« générale du cimetière, elles doivent arriver vers
« cet endroit. Or, l'eau de cette pompe est limpide,
« fraîche et bonne à boire ; si bien que, l'été, la con-
« cierge du cimetière doit cadenasser cette pompe
« pour que les gens du voisinage ne viennent pas lui
« prendre toute cette eau ! Cette concierge, qui habite
« là, m'a dit : « Voilà vingt-six ans que je suis
« concierge, tant ici qu'au grand cimetière catholique
« de Plainpalais ; pendant les vingt-six ans, je n'ai
« pas bu d'autres eaux que celles de ces cimetières :
« je n'ai jamais observé qu'elles soient mauvaises ou
« nuisibles, et je me porte bien. »

Les analyses faites par M. Flech, directeur du
laboratoire d'hygiène de Dresde, avec les eaux pro-
venant de différents cimetières de cette ville, nous
révèlent que toutes ces eaux étaient passablement

chargées en chlorures, sulfates et nitrates... qui sont le terme ultime de la décomposition des matières organiques.

Les puits qui se trouvent dans les cimetières de Paris ne sont pas utilisés, car leurs eaux sont très fortement séliniteuses, sauf celles des cimetières d'Ivry, de la Villette et de la Chapelle, qui sont employées par le personnel de l'administration, sans qu'on ait jamais eu lieu de constater le moindre inconvénient pour les agents.

La commission d'assainissement des cimetières, dont nous avons si souvent eu occasion d'invoquer le puissant secours, a, par l'entremise d'un de ses membres, procédé à l'analyse des eaux des puits construits dans les cimetières de Paris.

M. Ad. Carnot a essayé de s'assurer si les eaux des puits des cimetières étaient souillées par les infiltrations provenant des terres plus ou moins encombrées de matières organiques en voie de décomposition.

Les essais ont porté sur douze échantillons d'eaux issues des cimetières de l'Est (Père-Lachaise), de Montmartre, de Montparnasse, de Vaugirard, de Grenelle et d'Ivry. L'analyse a démontré que ces eaux contenaient généralement une forte proportion de sels, minéraux en dissolution, et que ces sels étaient principalement composés de sulfate, de carbonate de chaux et de chlorures alcalins. Quant aux matières organiques, *elles n'existaient qu'à l'état de simples indices*. Elles ne renfermaient pas une quantité appréciable d'ammoniaque ou de sels ammo-

niacaux, mais elles contenaient des azotates en notable proportion.

On peut donc conclure de ces analyses que la matière organique n'atteint la nappe d'eau qui alimente les puits de la plupart des cimetières de Paris que complètement transformée et arrivée au dernier échelon de la dislocation possible, *i e* à l'état de nitrates.

Ce résultat est intéressant à plusieurs points de vue : 1° il s'accorde parfaitement avec les données actuelles de la science; 2° il nous permet d'infirmer les idées des partisans, et en *particulier le rapport de MM. Belgrand et Alphand* de la pollution de la nappe d'eau souterraine de Paris par les cimetières.

Pour compléter cette étude, nous reproduirons une analyse d'eau recueillie dans une des fosses du cimetière de Saint-Nazaire.

Cette fosse renfermait un cadavre inhumé depuis cinq ans (dans la terre glaise à peu près pure). Le niveau de l'eau dans la fosse était juste au sommet de la bière, qui était entièrement remplie.

L'analyse a été faite par M. Ogier sur l'eau filtrée.

Degré hydrotimétrique.....	65gr,0
Résidu à 100° par titre.....	1gr,3895
Résidu au rouge.....	1gr,0215
Différence (perte au rouge).....	0gr,2680
Chlore (Cl).....	0gr,220
Acide nitrique.....	traces
Nitrites.....	traces insensibles.
Ammoniaque.....	0gr,040
Matières organiques (sol. ac.).....	0gr,042

Cette eau contient des quantités énormes de

matières organiques non détruites encore, de l'ammoniaque en fortes proportions indiquant bien une décomposition de cette matière organique primitive et enfin pas de nitrate ou du moins en quantités appréciables.

Nous avons, d'autre part, analysé des eaux provenant du Père-Lachaise. Le premier échantillon avait été recueilli dans un caveau de la 25^e division, à une profondeur de 4 mètres environ (cette partie du cimetière est composée de marnes). Voici les résultats :

Ammoniaque.....	0 ^{gr} ,040
Nitrate	0 ^{gr} ,003

Le deuxième échantillon a été puisé (à 4 mètres) dans une fosse qu'on construisait dans la 82^e division. Le terrain dans lequel était creusé cette fosse avait servi autrefois à des inhumations temporaires ; le fossoyeur rencontra, en effet, des débris d'ossements dans ces travaux de fouille.

Cette eau a donné les résultats suivants à l'analyse.

Degré hydrotimétrique..	80
Matières organiques (sol. ac.).....	0 ^{gr} ,0124
Matières organiques (sol. alc.).....	0 ^{gr} ,0044
Nitrates.....	0 ^{gr} ,020 par litre.

Nous voyons par ces deux résultats, obtenus dans le même cimetière, à la même profondeur, par conséquent avec la même nappe d'eau, que les chiffres sont bien différents ; nous trouvons, d'un côté, une quantité de nitrates à peine sensible, indiquant bien que la

combustion de la matière organique n'est pas complète, et, de l'autre, une quantité de nitrates dix fois plus forte.

Nous expliquerons ce fait plus en détails dans le chapitre suivant, lorsque nous étudierons la nature géologique des différentes couches du terrain du cimetière du Père-Lachaise.

Il nous est permis de faire remarquer que ces analyses des eaux des couches superficielles du sol ne contredisent en rien les résultats obtenus par M. Carnot. Dans le cas particulier, en supposant, ce qui n'est pas, que ces eaux s'infiltrent dans le sol pour atteindre la nappe souterraine, elles ne peuvent que donner des nitrates ; d'où il suit que le raisonnement de MM. Belgrand et Alphand ne repose que sur une hypothèse tout à fait gratuite et inexacte.

Résumons brièvement les opinions des divers auteurs que nous avons cités et examinons ce qu'il peut y avoir de fondé dans leurs appréciations.

MM. Belgrand et Alphand, se basant sur des analyses d'eau de Seine prise au pont d'Austerlitz, analyses qui ont été faites par M. Boussaingault et qui ont donné les chiffres de 0^{gr},12 et 0^{gr},09 d'ammoniaque par mètre cube, et sur un certain nombre de considérations géologiques tirées de l'étude du terrain ancien de Paris, déclarent que l'eau de la Seine est polluée par les eaux d'infiltrations provenant du cimetière du Père-Lachaise, d'où ils infèrent que les eaux qui prennent leur source dans les terrains de Belleville et de Ménilmontant sont infectées par les

liquides putrides, nés de la décomposition des cadavres inhumés dans ces parages.

MM. Belgrand et Alphand, s'autorisant des travaux de M. Delesse, sur la direction que suivent les eaux du sous-sol parisien, concluent, comme nous l'avons dit, que les eaux du cimetière du Père-Lachaise, après avoir traversé une partie du XI^e puis du XII^e arrondissement, tombent dans la Seine vers le pont d'Austerlitz et de Bercy.

Nous avons fait de nombreuses et assez difficiles recherches relativement à cette question d'hydrologie. Nous avons consulté beaucoup de documents anciens et nous avons été conduit à nier l'exactitude des résultats auxquels est arrivé M. Delesse.

Contrairement à ce que croit cet auteur, les eaux du cimetière du Père-Lachaise (autrement dit de Ménilmontant) suivent le thalweg situé entre Belleville et Montmartre et ne vont pas se déverser en Seine, au pont d'Austerlitz.

Les eaux qui prennent leur source à Ménilmontant et à Belleville se réunissent, ou du moins se réunissaient sous Philippe-Auguste, pour former le ruisseau de Ménilmontant, lequel, après avoir parcouru toute la partie nord de Paris, allait se jeter à la Seine près du pont actuel des Invalides.

Ce ruisseau a servi, à l'époque dont nous parlons, à alimenter les fossés des fortifications du nord de Paris.

Il existe bien un ruisseau qui tombe en Seine près du pont d'Austerlitz ; il s'appelait en ce temps-là le

Ru de Billy. Il prenait sa source dans les terrains marécageux du quartier du Temple, qu'on appelle encore le quartier du Marais.

Ce petit cours d'eau a été utilisé au moyen âge pour inonder les fossés de l'ancienne Bastille, mais son volume ayant été reconnu insuffisant, on a élargi son lit dans l'espace compris entre la Bastille et la Seine.

Plus tard, lorsque les murs d'enceinte de Paris ont été reculés, le ruisseau de Ménilmontant a été transformé en égout, et, sur les cartes de 1600 on le trouve désigné sous le nom d'égout de Ménilmontant.

De nos jours (ce ruisseau est en partie canalisé, collecteur des Coteaux), on a rencontré bien souvent le lit de ce ruisseau dans les différentes constructions (dans celles de l'Opéra entre autres) qu'on a édifiées le long de son parcours, et très certainement il continue à déverser en Seine une partie des eaux pluviales et d'infiltrations qui jaillissent de Belleville et de Ménilmontant.

Il est possible et nous n'avons pu le vérifier, les cartes et les documents les plus anciens que nous avons consultés n'en faisant pas mention, que les eaux pluviales de Montmartre viennent se jeter en Seine à la hauteur du pont de la Concorde; dans ce cas, une partie des eaux météoriques de Montmartre rejoindrait celles du ruisseau de Ménilmontant, puisque ces dernières s'unissent au fleuve à peu près à cette hauteur.

Ce premier point historique établi, il s'ensuit que l'hypothèse de MM. Belgrand et Alphand, établie sur

les renseignements de M. Delesse, paraît tant soit peu inexacte.

Quant à la nappe d'eau souterraine de Paris, elle coule à une profondeur telle qu'il serait impossible de la faire entrer en ligne de compte. En effet, cette nappe d'eau passe sous le Père-Lachaise à une profondeur de 64 mètres (1) ! D'autre part, les analyses

(1) La colline sur laquelle est établi le cimetière de l'Est, après avoir appartenu, sous le nom de Mont-l'Évêque, à l'évêché de Paris, puis à un riche bourgeois qui y construisit la Folie-Regnaud, fut achetée, en 1615, par les Jésuites de la rue Saint-Antoine. Louis XIV enfant, ayant visité la propriété, celle-ci prit le nom de Mont-Louis. En 1675, le Père La Chaise, confesseur de Louis XIV, y ayant fixé sa résidence d'été, le roi l'agrandit à ses frais. La maison d'habitation était alors située sur le penchant de la colline, vers l'endroit où se trouve la chapelle érigée en 1834, et les communs forment actuellement le bureau de la conservation. A la mort du Père La Chaise, le domaine fut utilisé par l'ordre des Jésuites, comme maison de campagne ; lors de la suppression de l'ordre, il fut vendu pour payer les créanciers.

Le préfet de la Seine, Trochet, ayant prescrit, par arrêté du 2 ventose an IX, l'établissement des grands cimetières parisiens, dont l'un à l'est, jeta les yeux sur la vaste propriété qui portait encore le nom de maison du Père La Chaise, et la loi du 17 floréal an XI l'autorisa à l'acheter au nom et aux frais de la commune de Paris. La propriété acquise de M. J. Baron, au prix de 180,000 francs, était de 17 hectares 58 ares. Par des acquisitions successives en 1824, 1829, 1832, 1842, 1850, la surface du cimetière fut portée à 43 hectares 23 ares 56 centiares.

Le sol du Père-Lachaise repose, par ordre de succession : 1° sur des sables supérieurs ou sables de Fontainebleau ; 2° sur une couche de travertin ; 3° sur une bande de marne verte ; 4° sur des couches de marne ; 5° sur une haute masse de gypse et de gypse et marne gypseuses ; 6° sur du travertin inférieur, dans lequel nous trouvons la nappe d'eau souterraine à une profondeur de 68 mètres environ. On rencontre au-dessous du travertin inférieur, et par ordre : les sables moyens, les marnes supérieures au calcaire grossier, le calcaire grossier, les argiles plastiques et la craie, ce qui nous indique la composition du sol à 100 mètres de profondeur au-dessous du

de M. Carnot nous ont prouvé que les eaux des puits des cimetières ne contiennent que des nitrates ! Donc, la nappe d'eau souterraine ne reçoit pas les eaux du Père-Lachaise et ne pollue pas celles du fleuve.

Les taux de 0^{sr},12 et 0^{sr},09 d'ammoniaque, trouvés par M. Boussingault, ne sont d'aucun poids, d'aucune utilité pour faire accepter l'hypothèse de MM. Belgrand et Alphand. Admettons même que nos recherches historiques ne soient pas exactes, que

niveau de la mer. Les sommets de Belleville et de Montmartre ont une constitution géologique identique ; les ruisseaux qui y prennent leur source sont alimentés par les eaux pluviales qui ont traversé les sables de Fontainebleau et le travertin moyen, et qui surgissent au niveau de la couche imperméable des marnes vertes et des marnes.

Dans la partie nord du Père-Lachaise *i. e.*, dans les 20^e, 21^e, 22^e, 23^e, 24^e, 25^e, 26^e, 27^e, 28^e, dans les 39^e, 40^e, 41^e, 42^e, 43^e, 44^e, 45^e, 46^e, 47^e, 48^e, 49^e, 50^e, 51^e, 52^e, 53^e, 54^e, 55^e, 56^e divisions, dans les 70^e et 71^e, dans les 77^e jusqu'à la 95^e, et dans une partie des 96^e et des 97^e, les inhumations sont faites dans les marnes vertes. Les caveaux qui ont une profondeur de 4 mètres au minimum contiennent presque toujours de l'eau ; cette eau, comme nous l'avons dit, est due aux infiltrations superficielles qui atteignent la couche imperméable entre le travertin et les marnes vertes.

La partie du Père-Lachaise qui donne sur le boulevard de Ménilmontant et le boulevard de Charonne, c'est-à-dire les 57^e, 58^e, 59^e, etc., jusqu'à la 69^e division, repose sur la haute masse de gypse, de gypse et marne gypseuse, cette partie du cimetière est sèche et les tombes ne renferment jamais d'eau. Ce qui démontre bien que les eaux d'infiltration du cimetière ne peuvent prendre cette direction pour aller à la Seine, attendu que la couche imperméable de marne verte et de marne, dans laquelle sont pratiquées les inhumations de la partie nord, vient affleurer au pied de la chapelle de l'avenue principale, où elle présente un léger relief ; en d'autres termes, tout le nord du Père-Lachaise forme comme une sorte de cuvette, dont précisément les bords sont relevés parallèlement à la Seine.

ce soient celles de M. Delesse qui expriment la vérité, que les analyses de M. Carnot soient incomplètes, etc., etc.

Comme l'ont montré MM. Depaul, Leclerc et Riant, dans les nouvelles observations qu'ils ont présentées au conseil municipal de Paris en 1874, la quantité d'eau qui tombe sur le sol d'un cimetière n'est pas aussi considérable qu'on pourrait se le figurer *à priori*.

En effet, les eaux pluviales qui vont se réunir aux nappes souterraines représentent à Paris, par an et par mètre carré, une hauteur moyenne de 0^m,577; en d'autres termes, chaque mètre carré reçoit 577 litres d'eau par an.

Il résulte des recherches de nombreux savants, qui se sont tout spécialement attachés à étudier cette question (Delacroix, Dalton, Charnock, etc.), que le sol n'absorbe que le *tiers* de l'eau répandue à sa surface, soit 200 litres environ par mètre carré.

La distribution de la surface d'un cimetière ne ressemble nullement à celle d'un champ de culture; dans un cimetière, il y a des routes pavées, des chemins, des monuments plus ou moins importants, des tombes dallées; aussi, en réduisant ce chiffre de 200 litres par mètre carré à 100 litres, ne s'expose-t-on pas à être accusé d'exagération.

Nous arrivons donc, en fin de compte, à cette conclusion que la surface d'un cimetière, comme le Père-Lachaise, reçoit annuellement 10 centimètres d'eau par mètre carré.

En supposant même que toutes les tombes contiennent des cadavres à des degrés de putréfaction également avancés, ce serait ce volume d'eau qui serait suffisant pour aller, par infiltration, augmenter le taux d'ammoniaque de la Seine au pont d'Austerlitz ?

Mais admettons encore que cet argument météorologique porte à faux et que le volume d'eau soit aussi considérable que le veulent MM. Belgrand et Alphand pour le besoin de leur hypothèse.

La présence de l'ammoniaque dans l'eau de la Seine est le critérium qu'on invoque pour expliquer : 1° la direction du ru de Billy dans son trajet à la Seine, ensuite la contamination par un volume d'eau quelconque venant du cimetière du Père-Lachaise et alimentant ce ruisseau, etc., etc.

L'ammoniaque, soit à l'état d'alcali, soit à celui de combinaison, peut-il passer à travers le sol et gagner les couches plus ou moins profondes, pour se faire jour à travers les nappes d'eaux souterraines et arriver de la sorte jusqu'au fleuve ?

Les expériences ont démontré qu'il n'en était jamais ainsi ; M. Schlœsing, entre autres, a prouvé d'une manière irréfutable que la terre végétale humide absorbe l'ammoniaque avec une très grande énergie parce que l'ammoniaque y nitrifie rapidement, et que par suite, la terre dépouillée de l'alcali demeure toujours apte à l'absorber.

Enfin, il ne nous reste plus, pour inscrire les conclusions de M. Belgrand, que de citer le rapport si

remarquable de M. Schlœsing sur l'épuration et l'utilisation des eaux d'égout, contresigné par M. Belgrand lui-même. Dans ce rapport, M. Schlœsing explique de la façon suivante la transformation que subit la matière organique dans le sol :

« On dit que le feu purifie tout; en effet, il n'y a
« pas de matière organique si impure et malsaine
« que le feu ne transforme, avec le concours de
« l'oxygène, en acide carbonique, eau et azote, com-
« posés minéraux absolument inoffensifs. Eh bien!
« dans l'intérieur du sol se passe un phénomène de
« même ordre, non plus violent et visible comme le
« feu, mais lent, sans aucun signe extérieur; ce
« n'est pas moins une combustion qui réduit toute
« impureté organique en acide carbonique, eau et
« azote; il lui arrive même d'être plus parfaite que la
« combustion vive et d'oxyder, de brûler l'azote, ce
« que le feu ne sait pas faire. »

Il est bien évident, qu'il ne peut pas y avoir de différence entre la combustion de la matière organique provenant des eaux d'égout et la combustion de la matière organique déposée dans le sol des cimetières. Nous croyons donc inutile d'insister plus longuement sur ce point.

CHAPITRE II

LES MICROBES DU SOL. — LES CONDITIONS DE LEUR VITALITÉ ET LEUR DESTRUCTION.

Nous avons jusqu'ici pour ainsi dire exposé la question sous le point de vue historique; nous avons rappelé les divers mémoires traitant la matière que nous étudions et discuté, en passant, ceux qui prêtaient le plus complaisamment à la critique.

Il s'agit, à présent, de serrer de plus près le sujet, afin de tâcher d'éclairer un peu une situation qui, par elle-même, n'offre que trop d'obscurité et de confusion.

Tout d'abord, il est admis sans conteste que putréfaction signifie fermentation putride; ceci établi, comme nous n'avons plus à nous occuper de la fermentation putride gazeuse, examinons de quelle façon les choses se passent dans la matière organique solide et liquide.

Nous laisserons de côté pour le moment l'étude des produits toxiques des alcaloïdes cadavériques,

des ptomaines en un mot, car notre intention est de leur consacrer un chapitre spécial.

Dans celui-ci, nous nous bornerons à considérer la formation des produits de la décomposition, la manière dont ces produits disparaissent ou sont rendus au règne minéral, puis le rôle des micro-organismes et le sort qui les attend dans la suite.

Nous avons dit que la matière organique, sous l'influence des microbes, se transforme, en dernier lieu, en acide carbonique, en eau et ammoniacque, et enfin en nitrites et nitrates.

Mais nous savons qu'avant d'atteindre ces degrés ultimes de la décomposition, la molécule organique subit une foule de transformations intermédiaires et stables.

Lorsqu'on traite, ainsi que l'a fait Nencki, des produits de la putréfaction neutralisés par du carbonate de guanidine, chauffé jusqu'à dégagement de l'ammoniacque, on obtient des guanamines qui diffèrent soit par leur forme cristalline, soit par leur solubilité, suivant les différents acides volatils contenus dans le liquide.

L'expérience a montré qu'il était possible d'obtenir de la sorte tous les termes de la série des acides gras jusqu'à l'acide cuproïque.

Si, d'autre part, on distille les produits de la putréfaction, après avoir acidulé par l'acide acétique, etc., en utilisant le procédé de Brieger, on obtient du scatol et de l'indol. On peut, en se servant de la méthode d'Odermatt, séparer des eaux mères, qui

ont fourni l'indol et le scatol, d'autres corps tels que le phénol.

Ce sont là les corps les mieux connus; il en existe certainement d'autres en quantités moindres, lesquels, en outre, jouissent de l'avantage d'être très facilement décomposables. Brieger a rencontré une huile jaunâtre dans des excréments de chien nourri avec du pain et de la viande; déjà ce produit avait été signalé par Walchli dans la putréfaction de la mucine.

Ces corps sont sans doute sous la dépendance des divers microbes susceptibles d'agir sur la matière organique. Il existe aussi des produits fixes, parmi lesquels nous citerons la leucine, la tyrosine, le glycocolle, la butalamine, etc.

Ces produits peuvent eux-mêmes fermenter et se transformer en produits secondaires plus simples : la leucine, par exemple, donne du valérianate d'ammoniaque, de l'hydrogène et de l'eau.

Lorsqu'on fait putréfier du sang à l'abri de l'air, on rencontre presque toujours de la butalamine, de la leucine et de la tyrosine!

Le terme final de tous ces produits se réduit à la formation d'acide carbonique, d'eau et de nitrate, ou mieux encore, si on envisage la question de plus loin, en carbone, hydrogène, azote.

Tous ces changements d'état ont lieu sous l'influence des microbes; leur rôle est donc doublement important au point de vue de l'hygiène, en ce sens qu'ils nous intéressent soit par eux-mêmes, comme

germes des maladies épidémiques, soit par les transformations intermédiaires qu'ils font subir à la matière organique avant qu'elle ne soit rendu au règne minéral.

Autrement dit, il est intéressant pour nous d'étudier quels sont les microbes qui produisent la putréfaction, quel rôle est échu aux microbes pathogènes dans ces phénomènes de décomposition cadavérique, ce que deviennent enfin tous ces micro-organismes, continuellement entassés dans les couches superficielles de la terre.

Il est important aussi d'étudier les modifications que subit la matière organique dans le sol des cadavres inhumés dans les cimetières, parce qu'à la rapidité plus ou moins grande de la destruction de ce cadavre se rattache une question pleine d'intérêt pour les hygiénistes.

Nous aborderons notre sujet par la question de la propagation des germes de la putréfaction et de leur conservation dans le sol.

La matière organique répandue à la surface du sol, soit qu'elle appartienne à des matières organiques d'origine animale ou d'origine végétale, doit être détruite sur place et rendue soluble par une succession de phénomènes de décomposition, grâce à l'influence des micro-organismes, qui doivent, par conséquent, se trouver en quantités suffisantes pour amener cette dislocation de la molécule organique.

C'est, en effet, à la surface du sol que l'on rencontre le plus de matière organique ; plus on descend dans

les couches profondes, moins ces matières se trouvent en abondance.

Il s'ensuit que c'est sur la couche superficielle que l'on rencontre la plus grande quantité de microbes, qui y trouvent un milieu nutritif plus abondant.

D'autre part, les eaux chargées de matières organiques, en filtrant à travers les couches du sol et en y déposant les éléments microscopiques qui y sont retenus en vertu d'affinités capillaires spéciales étudiées tout particulièrement par Soyka, Pfeiffer, etc., tendent à répartir d'une façon inégale et en raison directe même du volume de ces éléments microscopiques la matière organique dans les différentes couches du sol.

Ces eaux donc, au début chargées de principes organiques de la surface, n'atteignent les parties profondes qu'après une filtration complète.

Il en résulte que les microbes répandus à la surface ne sont pas disséminés d'une façon uniforme dans les différentes couches du sol.

Beumer, Adametz, Pagliani, Fraenkel, ont établi qu'il existait des variations assez grandes dans la répartition de ces germes.

Cela tient à ce que les êtres microscopiques qui peuplent le sol n'ont pas tous les mêmes exigences vitales et qu'en outre des conditions physiques nées de la nature du terrain, qui retient à la surface les éléments les plus gros, en diminuant ainsi au fur et à mesure que l'on descend, il faut faire intervenir les conditions du milieu, qui peuvent ne pas être favo-

rables au développement de tel ou tel microbe.

Il semble, en effet, admis que le nombre des microbes aérobies va sans cesse décroissant de la surface à la profondeur et que le nombre des microbes anaérobies suit un ordre inverse.

Jusqu'à quelle distance de la surface doit-on rencontrer des aérobies ou bien jusqu'à quelle profondeur est-on susceptible de trouver des germes anaérobies. On conçoit que rien ne doit-être aussi variable que cette répartition des microbes dans le sol et que bien des causes peuvent en modifier la grandeur.

Les microbes aérobies de la surface et des couches les plus voisines de l'atmosphère détruisent la matière organique et produisent des quantités plus ou moins grandes d'acide carbonique.

Une partie de ce gaz se diffusera dans l'atmosphère, une autre restera dans le sol et permettra aux aérobies facultatifs de continuer l'œuvre des aérobies; ensuite, les anaérobies reprendront les produits déjà décomposés par les premiers, pour les ramener enfin au dernier terme de la décomposition de la matière organique.

Maggiora, dans ses recherches quantitatives sur les microbes du sol et de leur rapport avec le degré de souillure, a été amené à formuler les conclusions suivantes :

Dans les sols déserts, le nombre des germes varie en rapport avec l'époque géologique à laquelle ces terrains appartiennent et, dans de certaines limites, avec la hauteur au-dessus du niveau de la mer; ce

nombre varie aussi avec la compacité, le degré d'aération et enfin avec la nature du terrain lui-même.

Si nous cherchons maintenant à savoir ce que devient la matière organique et quel est le sort réservé aux microbes qui vivent à ses dépens à la surface du sol, nous nous trouvons amené à aborder la question de la décomposition de la matière organique, en général, et à toucher, en particulier, au problème si discuté de l'utilisation des eaux d'égout.

Telle n'est pas notre intention ; nous emprunterons seulement à certaines expériences que nous avons faites à ce sujet des résultats qui nous permettront d'expliquer certains points encore obscurs concernant la décomposition des cadavres dans le sol et de répondre ainsi aux *desiderata* que réclame l'hygiène des cimetières.

Nous savons par expérience que, lorsque la matière organique est exposée à l'air libre, elle se décompose très rapidement, tandis, que si l'on désire modérer et ralentir plus ou moins vite cette destruction, l'agriculture par exemple, enfouit plus ou moins profondément son fumier.

Examinons ce qui se passe dans ces deux cas.

Dans le premier, la matière organique exposée à la surface du sol est immédiatement la proie des aérobies. Lorsque la terre présente certaines conditions physiques favorables, telles que son degré d'humidité et son état de compacité, les aérobies détruisent la matière organique, en transformant son carbone en acide carbonique, son azote en nitrite, nitrates, etc.,

et son hydrogène en ammoniaque et eau, etc.

Cette action des microbes n'est pas la seule, il y a aussi l'action de la lumière qui n'agit pas seulement sur la partie en contact directement avec l'atmosphère, mais encore sur certaines couches assez superficielles, il est vrai, du sol. L'action de la lumière se produit par l'influence de ses rayons chimiques sur les différentes matières organiques qui se trouvent réparties à une certaine profondeur, les oxyde et active ainsi la décomposition finale.

Dans le deuxième cas, les anaérobies, eux, agissent beaucoup plus lentement; ils produisent des dégagements gazeux qui contiennent des substances réductrices et volatiles qui peuvent devenir plus ou moins désagréables à certains moments donnés.

Les dégagements gazeux produits par les germes de la putréfaction sont susceptibles, dans certains cas, d'enrayer le développement des micro-organismes qui ont fabriqué ces gaz.

Ainsi, les germes aérobies, qui élaborent des quantités assez fortes d'acide carbonique et dont nous avons expliqué le mode de diffusion dans l'atmosphère et dans le sol, engendrent un milieu gazeux qui est de moins en moins favorable à leur vitalité.

Cette action de l'acide carbonique peut même devenir mortelle pour d'autres microbes vivant dans le sol. Il s'ensuivrait que l'acide carbonique jouerait un rôle stérilisant dans les profondeurs du sol et suppléerait à l'influence de l'action destructive de la lumière.

Leone, dans les expériences faites au laboratoire de Pettenkoffer, a constaté que l'acide carbonique exerçait une action spéciale sur les microbes contenus dans l'eau.

Meade-Bolton, qui avait refait les expériences de Leone, a obtenu des résultats identiques, et il a, en outre, constaté que les effets étaient inverses si l'on remplaçait l'acide carbonique par de l'hydrogène.

Duclaux a étudié l'action de l'acide carbonique sur les spores et sur des levures : les résultats ont été contraires à ceux de Leone et de Meade-Bolton ; il est vrai que, dans ce cas, l'analogie n'est pas absolue, parce que les levures peuvent se conserver dans des atmosphères d'acide carbonique. Le fait le plus important à noter, c'est la résistance des spores à ce mode de destruction.

Les travaux de Hochstetter, de Berlin, n'ont pas non plus donné de résultats concordants avec les premiers expérimentateurs. Cela tient à ce que les expériences de Hochstetter n'ont pas été faites dans les mêmes conditions.

Enfin, une autre cause de destruction des germes répandus, soit à la surface, soit à une certaine profondeur, provient de la température. En effet, Fraenkel, qui a expérimenté avec deux microbes pathogènes bien connus, le bacille virgule de Koch et le bacille d'Eberth, a démontré qu'une des causes de la stérilité du sol vis-à-vis de ces deux microbes provient de la température du sol qui oppose un sérieux obstacle à leur développement, obstacle qui se ferait sentir.

paraît-il, jusqu'à 2 et 3 mètres de profondeur.

Nous voyons quelles sont les différentes causes de destruction des microbes, en général; la lumière solaire semble donc être le plus puissant régulateur, car elle agit non seulement par les calories qu'elle dégage, mais encore par ses rayons chimiques qui modifient les conditions d'existence dans lesquelles vivent les micro-organismes.

CHAPITRE III

NATURE DU SOL. — CONDITIONS PHYSIQUES ET
CHIMIQUES. — RÉSISTANCE DES GERMES SUIVANT
LES DIFFÉRENTES COUCHES DU TERRAIN.

Le choix de la nature du sol mérite de fixer tout d'abord notre attention. Nous allons examiner l'influence de la porosité du sol dans la filtration des matériaux organiques vivants ou morts, et, à l'encontre de ce qui est généralement admis et qui peut sembler en contradiction avec ce que nous avons dit dans les chapitres précédents, nous reconnaissons que les terrains sablonneux purs doivent être écartés, car, bien qu'ils soient les meilleurs sous le rapport de la perméabilité et, par conséquent de l'aération, ils sont les plus mauvais sous celui du pouvoir absorbant.

On rendra ces faits plus probants en filtrant sur du sable des matières colorantes. Nous avons fait, avec M. Ogier, une série d'expériences dans le but de vérifier le pouvoir filtrant du sol, à l'égard de diverses substances chimiques. Dans le principe,

les expériences ont eu pour objet de nous fournir quelques données relatives au mode de filtration des eaux d'égouts dans le système de l'épandage.

La première série d'expériences a porté sur du sable fin, calciné et contenu dans des tubes de verre de 2,50 de long sur 2, 3 et 4 centimètres de diamètre.

Elle nous a permis de constater et nous a confirmé que certaines matières colorantes étaient énergiquement retenues par le sable, et que d'autres, au contraire, passaient intactes.

Les solutions alcooliques de fuchsine, de bleu de méthyle, de violet de Paris sont aussi fixées très énergiquement par les grains de sable, et le lavage par l'eau n'entraîne jamais la matière colorante ainsi fixée.

Il n'en est plus de même si, au lieu de laver avec de l'eau pure, on additionne cette eau d'une certaine quantité d'alcool ; dans ce cas, la matière colorante se déplace peu à peu et finit par filtrer colorée.

Les solutions aqueuses des matières colorantes mentionnées ci-dessus ne peuvent plus être déplacées par des lavages à l'eau, tandis que, si l'on emploie de l'eau alcoolisée, la matière colorante passe à l'extrémité du tube.

D'autres solutions de matières colorantes, telles que le carmin, l'encre de Chine, dans lesquelles la matière est en suspension sous forme de particules microscopiques, subissent une filtration partielle. Au début, ces liquides passent clairs, mais finale-

ment, par des lavages successifs, la matière colorante est entraînée.

Si l'on emploie des liquides organiques, tels que le sang, on s'aperçoit que les premières gouttes qui ont filtré sont colorées et contiennent un nombre de globules sanguins moindre qu'à l'origine ; mais, de même que pour le carmin et l'encre de Chine, tout le sang peut être déplacé par des lavages à l'eau.

Les mêmes expériences ont été répétées avec de la terre provenant des terrains d'Achères où devait se pratiquer l'épandage des eaux d'égouts, et les résultats ont conduit à des conclusions semblables.

Si maintenant on renouvelle ces expériences avec des liquides contenant des corps non susceptibles de produire des réactions chimiques avec la terre employée, on remarquera qu'il n'y aura aucune variation dans les titres des solutions primitives.

Les expérimentateurs qui ont cru constater des différences dans le taux de chlorure de sodium en solution après la filtration ont été induits en erreur par ce fait que, si la terre est humide, les solutions déplacent devant elles l'eau hygroscopique, d'où il suit que les premières gouttes filtrées sont à peu près pures.

La critique qu'il nous faut faire à nos expériences, c'est que, dans la nature, la filtration s'opère plus lentement, en moindre quantité à la fois et sur une plus grande surface. Si, en effet, on emploie des tubes de 4 centimètres de diamètre, comme nous l'avons fait, il est bien difficile d'éviter qu'une cer-

taine quantité du liquide vienne à glisser entre la paroi du verre et le sable, et ainsi chemine plus vite vers la partie inférieure, sans avoir été presque modifiée.

Nous voyons néanmoins que les liquides contenant des particules microscopiques en solution, comme le carmin, par exemple, passent clairs, et ce n'est que sous l'influence d'une lévigation assez énergique que les forces capillaires sont rompues et que les affinités moléculaires sont détruites.

Dans la pratique, ces conditions ne se rencontrent que très rarement.

Il était intéressant de vérifier si les microbes étaient retenus aussi par la filtration. — Des expériences ont été faites dans ce but avec des liquides contenant des bacilles typhiques. — La terre ayant été stérilisée, on en emplissait des tubes de 3 mètres de haut, ayant une section horizontale de 10 centimètres.

Le tassement de la terre était tel, que les liquides mettaient trois heures pour parvenir à l'extrémité inférieure. On recueillait l'eau à la sortie et l'on faisait des cultures sur plaques : la numération des colonies fournissait le renseignement.

Dès le début de la filtration, il y avait des bacilles dans les liquides, mais en quantité infiniment moindre que dans le liquide primitif.

Ces expériences ont été reprises par M. G. Pouchet avec des tubes de 2 mètres de longueur, contenant de la terre stérilisée et tassée. Le liquide versé à la

partie supérieure mettait vingt heures pour traverser la masse. Les premières gouttes de liquide filtré contenait des bacilles typhiques.

Dans nos expériences, comme dans celles de Pouchet, la filtration avait lieu par quantités à la fois trop grandes et trop souvent répétées. M. Grancher, qui a opéré avec des tubes de 15 et 17 centimètres de diamètre et de 2^m,50 de hauteur, dans l'intérieur desquels se trouvaient, disposés perpendiculairement à la génératrice du cylindre, de petits cylindres de cuivre, percés de trous et fonctionnant comme des drains, a constaté qu'à une profondeur de 50 centimètres on ne rencontrait pas de bacilles d'Eberth.

Que devient dans la suite le bacille de la fièvre typhoïde? Est-il détruit, ou bien conserve-t-il sa vitalité? Nous nous éloignerions trop de notre sujet si nous traitions cette question; ce qui nous intéresse pour le moment, ce que nous avons l'intention de démontrer par toutes ces expériences en quelque sorte préliminaires, c'est qu'un sol sablonneux, par conséquent trop perméable, laisse passer avec une excessive rapidité les matériaux organiques qui ont besoin d'être retenus un certain temps avant d'être complètement détruits.

D'autre part, les terrains franchement argileux, qui eux, sont, par contre, trop imperméables, retiennent la matière organique sans la décomposer.

Le juste milieu consiste donc en un mélange de sable et d'argile ou de calcaire. Dans ces conditions, ainsi que l'a montré Chevreul, la combustion s'effectue

au contact d'un milieu minéral alcalin, qui fixe l'acide nitrique en produisant des nitrates.

Franckland, qui a tout spécialement étudié la filtration des liquides renfermant des matières organiques, recommande un mélange de sable et de marne contenant un peu de fer.

Cela dit, une autre considération, relative aux qualités physiques du sol, mérite d'attirer notre attention; nous voulons parler du degré d'humidité du sol.

Il ressort d'un ensemble d'expériences que l'humidité est un facteur indispensable, non seulement à la conservation des micro-organismes de la surface, mais encore au développement de ces bactéries. Tous les moyens employés pour assécher les terres favoriseront donc la disparition des germes répandus en trop grande abondance dans les couches superficielles. Le drainage présentera, en outre, l'avantage de drainer l'air de la couche du sol dans laquelle aura lieu la fermentation de la matière organique.

L'acide carbonique coulera comme l'ont établi Wollny et T. Schloësing fils, en vertu de sa densité, et sera remplacé par de l'oxygène. Sans exagérer l'importance des résultats obtenus par Meade Bolton, Leone, etc., touchant l'action stérilisante de l'acide carbonique sur certains microbes, il semble que le contact de l'oxygène soit beaucoup plus redoutable pour les microbes en général que l'acide carbonique. En tous cas, pour les micro-organismes qui nous occupent, le drainage gazeux du sol aura l'immense

avantage de nous préserver des fermentations putrides anaérobies, ou du moins de les réduire le plus possible.

Si nous envisageons maintenant l'application de tous ces faits à la pratique des inhumations, nous constaterons que l'évolution du processus putride dans la fermentation putride de la matière organique répond parfaitement aux conditions posées par l'expérience du laboratoire.

Sous ce rapport, les expériences qui ont été faites à Saint-Nazaire sont probantes ; elles démontrent d'une façon saisissante l'influence qu'exerce le degré d'aération du sol dans la rapide dislocation de la matière organique.

Nous avons déjà eu occasion de parler de la situation géologique du terrain de Saint-Nazaire, et en particulier du cimetière de cette ville ; nous rappellerons que le sol de ce cimetière est composé de glaise et absolument imperméable.

Les cadavres enfouis dans ce terrain ne se décomposent pas, même après une période d'inhumation remontant à plus de cinq années (Fig. 1 et 2).

Les travaux qui ont été opérés dans le sous-sol, en vue de permettre un plus grand accès de l'air autour des cadavres inhumés, ont, en effet, produit d'heureux résultats.

Les drains placés dans le sol ventilaient non seulement les couches superficielles du terrain, mais encore asséchaient toutes les tombes avoisinantes.

Le drainage a donc amené un double résultat qui s'est traduit par une beaucoup plus grande rapidité dans la destruction des cadavres inhumés (Fig. 3).

Il n'est pas sans intérêt de mettre en parallèle les résultats obtenus par MM. Ogier et Du Mesnil dans le cimetière d'Ivry, relativement aux conditions nécessaires pour la prompte combustion des cadavres enfouis dans le sol.

Nous voyons (Fig. 4) le cadavre d'un individu inhumé dans une bière ordinaire, sans mixture, mais dans un terrain glaisé artificiellement. Ce cadavre, au bout de dix-sept mois, est entièrement transformé en gras de cadavre.

A côté, nous voyons le cadavre d'un autre individu (Fig. 5) inhumé depuis vingt-trois mois de la même manière. Il n'y a pas eu de dégénérescence des tissus en adipocire; les pieds du squelette sont maintenus en place par une bouillie noirâtre assez compacte.

Un cadavre témoin, inhumé dans une bière ordinaire, sans mixture et dans le terrain propre du cimetière, était, après vingt-trois mois d'inhumation, complètement détruit (Fig. 6).

Une autre série d'expériences, qui ont porté sur l'influence des différentes mixtures dans la plus ou moins rapide décomposition des cadavres, nous a donné des résultats qui sont en parfaite conformité avec les opinions que nous avons émises au début de cette étude.

Les produits chimiques qui ont été mélangés avec

la sciure de bois sont tous des antiseptiques plus ou moins énergiques, et nous verrons que l'influence de ces substances a produit des résultats analogues à ceux provenant de l'imperméabilité du sol ; car, dans ces deux cas, les microbes aérobies n'ont pu agir sur la matière organique, soit que, dans le premier cas, l'oxygène leur fit défaut, soit que, dans le second cas, le milieu eût cessé d'être favorable à son développement.

La première expérience a été faite dans une partie du cimetière d'Ivry, dans le terrain naturel, où la décomposition d'un cadavre témoin (Fig. 7) est complète en deux ans.

Le premier cadavre a été inhumé dans une bière ordinaire, avec une mixture composée d'acide phénique, d'acide salicylique, de chlorure de méthyle et de sciure de bois.

Ce cadavre a été exhumé au bout de vingt mois (Fig. 8), dans un état relatif de conservation ; les parties du corps qui émergeaient ont seules été détruites.

Nous retrouvons les mêmes faits dans le cadavre figure 9, quoique le mélange n'ait pas été identique ; en effet, la mixture était composée de salicylate de méthyle et de sciure de bois.

L'influence des mélanges antiseptiques s'est très nettement manifestée dans le cadavre d'Éléonore R... (Fig. 10), qui avait été enterrée avec une mixture composée d'acide phénique, d'essence de mirbane et de sciure de bois. Ce cadavre, débarrassé de cette sciure, se présente à l'état de momie (Voir les détails de l'autopsie aux observations).

L'acide salicylique, mélangé à la sciure de bois, a produit des résultats tout aussi nets, quoique moins puissants, que ceux qui ont été constatés avec l'acide phénique et l'essence de mirbane.

Le mélange acide a favorisé ici le développement abondant des végétations cryptogamiques dans les parties du cadavre qui n'étaient pas entièrement recouvertes par la mixture (Fig. 11).

La mixture faite au sulfate de fer a produit (Fig. 12) une momification pareille à celle de la figure 10. Comme on peut le voir dans la relation de l'autopsie, les organes splanchniques étaient parfaitement conservés; car, après vingt mois d'inhumation, la muqueuse de l'estomac n'était pas détruite.

Dans les deux dernières expériences qui ont été faites, on a modifié les conditions de sépulture. La bière ordinaire, en volige de sapin, a été garnie, dans un cas (Fig. 13), de carton bitumé, et, dans l'autre (Fig. 14), on a remplacé la bière en volige par une bière en chêne, doublée de toile caoutchoutée.

La mixture, dans le premier, était composée de charbon et d'un suaire imbibée d'une solution de sulfate de zinc; dans le second, le mélange était composé d'acide phénique, de salicylate de méthyle et de sciure de bois.

Ces deux cadavres étaient dans un état parfait de conservation. Un cadavre, dans un cercueil plus fort que ceux généralement usités et placé dans le même terrain que ceux des figures 13 et 14, était réduit intégralement à l'état de squelette (Fig. 15).

Si nous analysons maintenant le résultat de toutes ces expériences, il nous sera facile, en nous servant de ce que nous avons dit dans les chapitres précédents, de suivre les différentes phases du processus de la décomposition de la matière organique.

Les terrains imperméables ou rendus tels artificiellement ne permettent pas l'accès de l'oxygène ; par conséquent, le développement des germes aérobies ne peut avoir lieu.

On arrive à obtenir des résultats analogues lorsque les cadavres sont inhumés dans des mélanges plus ou moins antiseptiques. Alors, c'est la matière organique qui n'offre plus un terrain favorable au développement des microbes aérobies.

Ces expériences démontrent donc parfaitement que les microbes jouent un rôle important dans la putréfaction de la matière organique, et que l'oxygène n'agit que comme milieu favorable, dans lequel doivent vivre certains germes de la putréfaction, exactement comme la matière organique doit se trouver dans certaines conditions pour pouvoir favoriser le rapide développement des microbes, et, par suite, agir plus puissamment sur la substance organisée.

CHAPITRE IV

DE LA CONTAMINATION DES PUIITS ET DES SOURCES PAR LES PRODUITS FIGURÉS DE LA DÉCOMPOSITION CADA- VÉRIQUE.

La pollution de la nappe d'eau souterraine, par les produits résiduels de la décomposition des matières organiques, d'origine végétale ou d'origine animale, n'est, en général, possible que si le foyer d'où proviennent les liquides de la putréfaction est à une certaine distance.

Nous avons vu que, dans la presque totalité des cas, le sol arrête par filtration tous les produits figurés qui passent à travers les différentes couches du terrain. On conçoit aisément que, dans certaines circonstances, suivant la nature du sol, la filtration soit moins complète, et que même les liquides chargés de principes organiques puissent cheminer intacts à une distance plus ou moins grande à travers des fissures du sol et polluer ainsi les sources ou les puits.

Dans ce cas, les eaux chargées, à des titres divers de matières organiques, sont devenues impropres aux usages domestiques. Il ne faudrait pas croire que des eaux contenant des quantités relativement élevées de matières organiques sont mauvaises par le fait même de la présence de ces matières organiques. Ces eaux sont tout simplement suspectes, et la présence de la matière organique en trop grande quantité est, en général l'indice, que le liquide a été souillé par des produits organisés, soit d'origine végétale, soit d'origine animale, en décomposition.

Ces eaux, en effet, doivent être considérées comme suspectes pour deux raisons tout à fait distinctes : 1° soit parce qu'elles peuvent contenir des germes issus d'un foyer en décomposition qui a fourni cette matière organique à l'eau ainsi polluée ; 2° soit parce que ce foyer initial n'ayant pas contaminé les eaux souterraines par des germes de la putréfaction ou d'autres micro-organismes pathogènes, le liquide, par le fait de l'adjonction matières organiques est devenu un milieu favorable au développement ultérieur de germes pathogènes !

Koch est le premier qui se soit livré à des expériences sur ce sujet. Il avait pris de l'eau des égouts de Berlin et l'avaitensemencée avec des bacilles virgules du choléra. — Sept jours après, le bacille virgule avait conservé toutes ses propriétés. Les expériences faites par le même savant avec du liquide provenant de fosses d'aisances etensemencé avec du bacille du choléra ont démontré que ces germes

étaient détruits au bout de vingt-quatre heures.

Ces expériences ont été reprises par plusieurs expérimentateurs, et en particulier par Nicati et Rietsch, qui ont procédé à desensemencements avec des eaux d'égout non stérilisées, dans lesquelles le bacille virgule avait pu vivre trente-huit jours. Frankland s'est servi d'eau d'égout stérilisée et ensemencée avec des bacilles virgules du choléra; dans ces conditions, non seulement le bacille a conservé sa vitalité, mais il a encore pu se multiplier.

D'autres expérimentateurs ont envisagé la question sous une autre forme; ils se sont servis d'une infusion de viande à différentes époques de la putréfaction, et ont ensemencé des bacilles virgules. Dans ces divers liquides, dont certains étaient filtrés à travers une bougie Chamberland et les autres non filtrés, Di Mattei et Canalis, en opérant de la sorte, ont obtenu des résultats assez contradictoires; il semblerait ressortir de leurs expériences que le degré d'alcalinité du liquide serait favorable à la conservation du vibrion de Koch.

Il peut paraître naturel *a priori* que tous les microbes pathogènes ne puissent pas trouver dans un liquide chargé de matières organiques les mêmes conditions propres à leur existence. Il est possible que les mêmes microbes soient hors d'état de se développer dans des eaux dont la composition chimique n'offre que de faibles variations dans le taux des produits minéraux en solution; certains microbes exigent un milieu neutre, d'autres un milieu acide.

d'autres enfin un milieu alcalin, et les expériences dont nous venons de donner le résumé semblent bien indiquer que la réaction chimique du milieu a aussi son importance. Les expériences de Nicati et Rietsch nous montrent aussi l'influence préexistante des germes qui, empruntant à ces liquides en fermentation un milieu favorable à leur développement, enrayent et annihilent le développement des autres germes introduits accidentellement. Nous sommes autorisés à croire que, dans la nature, de pareilles causes viennent entraver le développement des germes pathogènes, et qu'à côté des conditions de destruction des microbes, résidant dans les propriétés physiques et chimiques des milieux, nous devons faire aussi intervenir la lutte de telle espèce contre telle autre espèce.

Ainsi, nous sommes amené à examiner sous un autre point de vue la question de la contamination des nappes d'eaux souterraines; nous laisserons de côté l'étude de l'influence de la matière organique seule, privée de microbes; ainsi que le problème de la transmissibilité possible de maladies infectieuses par les liquides provenant des matières organiques en décomposition, et principalement de la transmissibilité des germes issus de liquides venant des cimetières.

Nous allons être obligé de nous livrer à des considérations générales et de borner notre étude à quelques cas particuliers; il nous est en effet, bien difficile, en raison des connaissances incomplètes que nous

possédons sur les causes de la plupart des maladies infectieuses, de nous limiter à l'examen des conditions de développement de quelques microbes qui paraissent être un peu mieux connus.

Le bacille d'Eberth, sur lequel s'est portée, en France, toute l'attention des hygiénistes, semble être celui qui se prête le mieux à l'étude que nous avons entreprise.

Nous savons pourtant que le bacille de la fièvre typhoïde est, pour l'instant, en lutte aux critiques les plus vives au sujet de son individualité.

La spécificité est révoquée en doute par des bactériologistes éminents ; plusieurs d'entre eux considèrent le bacille d'Eberth comme une forme particulière, plus virulente, du bacille *coli commune*.

Il ne nous est pas facile, en l'état actuel de la discussion et vu l'insuffisance notoire des preuves fournies par les uns et les autres, de formuler une opinion bien nette sur la matière. Il est certain, et nous avons bien souvent eu occasion de le constater nous-même, que les caractères distinctifs d'aspect de culture assignés au bacille d'Eberth n'ont pas grande valeur. Jusqu'à présent, certains bactériologistes n'ont recherché que les caractères distinctifs résidant dans forme, la couleur, la liquéfaction ou la non-liquéfaction des cultures. Il y aurait peut-être, croyons-nous, une certaine exagération à vouloir admettre que ces caractères de culture soient à eux seuls suffisants pour différencier telle ou telle bactérie.

Ce qui arrive à propos du bacille de la fièvre

typhoïde en est une preuve ; le grand critérium, qui a servi pendant longtemps à reconnaître le bacille d'Eberth, et sur lequel on s'est appuyé pour affirmer que tel bacille était bien le bacille de la fièvre typhoïde, est l'aspect de la culture sur pomme de terre.

Nous sommes obligé de reconnaître que ce caractère n'en est pas un, qu'on obtient des cultures variant d'aspect avec l'âge des cultures qui ont servi à ensemercer les pommes de terre, avec l'âge et surtout avec la variété des pommes de terre prises comme milieu de culture.

Ce que nous disons au sujet de l'aspect de la culture sur pomme de terre s'applique aussi à la forme autrefois caractéristique de la colonie sur plaques. M. Chantemesse et Widal nous permettent d'espérer que désormais le bacille d'Eberth-Gaffky ne sera plus confondu avec le bacille *coli commune* ; les propriétés particulières du premier à l'égard des liquides sucrés en font un être à part et nullement semblable au second. — Nous partageons également l'opinion de M. Chantemesse, car nous avons reconnu que le bacille typhique en culture dans du bouillon ne se développait pas dans le vide, tandis qu'une culture de *coli commune* produisait un trouble abondant au bout de vingt-quatre heures.

Quoi qu'il en soit, nous allons nous servir du bacille d'Eberth-Gaffky comme d'exemple, quoique le bacille de la fièvre typhoïde ne soit pas susceptible d'engendrer la décomposition de la matière orga-

nique, du moins de la façon dont nous l'entendons.

Depuis que M. le professeur Bouchard, l'a pour la première fois signalé au congrès de Genève, on considère l'eau, en France, comme étant le principal véhicule de la fièvre typhoïde. Les exemples abondent, en effet, dans lesquels la pollution des sources et des puits a été causée, soit par des infiltrations de fosses d'aisances, soit par la souillure des eaux, due au lavage de vêtements ayant appartenu à des typhiques. La spontanéité de la maladie n'étant pas admise, il semble le plus souvent qu'on doit trouver, grâce à une enquête bien conduite, les origines d'une épidémie de fièvre typhoïde dans la contamination des eaux destinées à l'alimentation.

Il est, en conséquence, tout naturel d'envisager la possibilité de la pollution des sources par l'enfouissement d'individus ayant succombé à la fièvre typhoïde, car, dans ce cas, s'il y a pollution de la nappe d'eau souterraine, elle sera beaucoup plus puissante que la simple pollution résultant du lavage de quelques vêtements ayant appartenu à des typhiques.

En France donc, on est partisan de la *Trinkwassertheorie*, comme on l'appelle à Berlin. En Allemagne, les avis sont partagés: l'école de Munich a adopté la doctrine étiologique de la *Grundwassertheorie*, dont Pettenkofer est l'inspirateur; tandis que l'école de Berlin, avec Koch, préconise la doctrine étiologique de la *Trinkwassertheorie*.

La doctrine de l'influence de la nappe souterraine

à été émise par Pettenkofer pour expliquer les épidémies de choléra dans l'Inde. Les différentes oscillations de la nappe d'eau souterraine qui donnent lieu à des mouvements dans les niveaux des puits doivent, par suite de ce va-et-vient, humecter le sol et le laisser humide en se retirant. Ces mouvements de la nappe d'eau souterraine produisent des dégagements « miasmatiques » en humectant les matières organiques contenues dans les différentes couches du sol et deviennent ainsi l'origine des maladies « miasmatiques. »

La *Trinkwassertheorie* a, depuis les progrès de la bactériologie, infirmé bien des côtés de la théorie de Pettenkofer ; d'ailleurs, pour soutenir sa doctrine, cet auteur avait mis en avant des faits encore dans l'obscurité. Ainsi, il professe que le bacille virgule, au sortir d'un cholérique, est à l'état inoffensif, et qu'il lui faut, pour devenir pathogène à l'égard de l'homme, subir certaines modifications dans des milieux appropriés, tels que des terrains saturés d'immondices.

Nous nous trouvons là en présence d'une hypothèse que rien ne paraît justifier ; il n'est pas sans exemple que la fièvre typhoïde, la variole, la scarlatine, se propagent directement d'un individu à un autre. Certaines affections sont virulentes, sans être obligées pour cela de subir les influences du sol comme le veut Pettenkofer ; et, de ce nombre, nous citerons le charbon ; il y a, au contraire, des cas où la virulence augmente même par le passage de tel animal à tel

autre, comme il ressort des travaux de Davaine sur les septicémies.

La théorie de Pettenkofer à son aurore, au moment où les doctrines miasmatiques, etc., étaient à l'apogée de leur vogue, a pu jouir de quelque réputation; mais à cette époque où les travaux de nombreux bactériologistes ont établi que l'air passant à travers une certaine couche de terre humide agissait comme un filtre vis-à-vis des micro-organismes, comment est-il possible d'expliquer alors l'apparition de la fièvre typhoïde dans une contrée par l'élévation ou l'abaissement de la nappe d'eau souterraine?

Faut-il admettre, comme le veut Vogt, que les germes sortent du sol sous l'influence des variations de la pression barométrique? S'il en était ainsi, ce seraient les poussières de l'air qui rempliraient le rôle de véhicule des maladies épidémiques. Mais là, les conditions de destruction abondent, et rien ne prouve que les germes de la fièvre typhoïde ou du choléra ne soient pas détruits par la dessiccation, tandis que nous savons que le bacille d'Eberth est capable de vivre très longtemps dans l'eau.

En ce qui concerne le choléra, les arguments peuvent être combattus par le fait suivant. Si l'on admet la contagion par les poussières, il est nécessaire que les bacilles virgules pénètrent par la salive, dans le tube digestif (l'infection par la voie pulmonaire ne pouvant se produire); mais Koch a fait voir que l'acidité du suc gastrique opposait une barrière à tout envahissement du bacille virgule; les exemples de

contagion n'existeraient donc que chez les anachlorhydriques seuls?

Ce même argument peut aussi être invoqué contre la *Trinkwassertheorie*, et, comme le déclare Pettenkofer, l'école de Berlin, pour arriver à communiquer le choléra à un animal, est obligée de modifier la réaction de son suc gastrique et à arrêter les mouvements de l'intestin avec l'opium, etc.

Il est certain qu'il y a d'autres conditions, d'autres causes mises en jeu; la doctrine de Pettenkofer, depuis qu'elle a été émise, n'a cessé de reculer, et elle ne se soutient que grâce au talent de son savant inventeur, qui, pour la défendre, la transporte toujours sur un nouveau terrain encore peu exploré.

La bactériologie a été funeste en principe, à la *Grundwassertheorie*, Pettenkofer s'en est servi dans la suite pour se cantonner dans les faits qui auraient besoin d'être plus nettement étudiés.

Pettenkofer, ainsi que nous le disions, s'est assimilé les idées nouvelles relativement à la nature parasitaire des maladies épidémiques; il a modifié sa théorie suivant les exigences de la théorie microbienne. La *Grundwassertheorie*, ainsi rajeunie, admet que le sol contenant des matières organiques est nécessaire pour permettre à certaines maladies *ectogènes* d'accomplir leur maturation afin de devenir miasmatiques. Le choléra, par exemple, est une maladie dont le germe est *ectogène*, car cette affection est, paraît-il, miasmatique et rarement contagieuse!

Cette appréciation est tant soit peu en contradiction avec les faits exposés par les auteurs; l'influence des matières organiques contenues dans le sol n'est pas toujours, comme le veut Pettenkofer, la cause initiale de la transformation d'un germe banal en germe pathogène. Il est même à propos de signaler ici que certains endroits, certains terrains renfermant depuis très longtemps des quantités de matières organiques accumulées possèdent des eaux stériles. Fraenkel a analysé les eaux de puits dans plusieurs quartiers de Berlin, puits très peu profonds et creusés dans la vieille ville, à travers un sol qui porte des habitants depuis de longues années; ces eaux ne contiennent pas de microbes, elles sont tout à fait pures de germes.

La *Trinkwassertheorie* prête bien aussi à la critique; mais, il faut le reconnaître, elle a sur la doctrine précédente l'immense avantage de nous faire toucher du doigt le point qui soit vraiment intéressant dans la question. Elle nous fait voir le danger; elle indique le mode d'introduction des germes pathogènes, et elle propose un moyen prophylactique qui n'est nullement en contradiction avec les lois les plus élémentaires de l'hygiène.

Nous pensons également que l'eau est le principal véhicule de la plupart des maladies épidémiques, et spécialement de la fièvre typhoïde; il y a cependant des cas où l'air peut transporter les germes; seulement, ils sont assez rares et il faut des circonstances tout à fait exceptionnelles pour les produire. Il faut

aussi, pour expliquer les cas d'infection de certaines villes par les eaux d'alimentation et la non-infection d'autres villes situées en aval des premières, faire intervenir d'autres causes qu'aucune des deux théories n'est capable de résoudre d'une façon satisfaisante.

Hueppe a émis l'opinion que la plupart des bactéries peuvent vivre à l'état saprophytique, et que l'état pathogène n'est qu'une forme spéciale dans la biologie du microbe, une forme nouvelle d'adaptation. Nous ne sommes pas là en présence d'une simple vue de l'esprit; Fraenkel, Wood, Gruber, Schottelius et d'autres expérimentateurs ont étudié les différentes modifications apportées au développement du bacille virgule et ont reconnu que le bacille du choléra subissait des transformations assez profondes dans des conditions déterminées.

Il est possible que le bacille du choléra passe par des transformations qui le rendent apte à résister à l'acidité du suc gastrique : il ne mûrira pas dans le sol, ainsi que l'avance Pettenkofer, mais il aura acquis certaines propriétés qui lui permettront, lorsqu'il aura franchi les barrières que l'économie oppose à son introduction dans le tube digestif, de se développer dans le canal intestinal et de produire les toxines qui amèneront tout le cortège des accidents propres à la maladie.

L'humidité du sol est, en général, une bonne condition pour la conservation des germes; nous avons déjà traité des causes susceptibles de concourir à leur destruction. Il se peut que l'influence des

oscillations de la nappe d'eau souterraine contribue à modifier cet état hygrométrique du sol, et c'est alors que la nappe d'eau souterraine aura une certaine influence sur l'éclosion d'une épidémie.

Les données générales que nous venons d'exposer sont, certes, de nature à affecter gravement et à assombrir les idées par trop optimistes des personnes qui veulent considérer l'enfouissement des germes comme devant être le meilleur moyen de les détruire. Si la doctrine de Hueppe était appliquée dans toute sa rigueur, nous nous trouverions en présence d'inconnus qu'il serait bien long, non seulement d'éclaircir, mais encore de prévenir.

Les renseignements nous manquent pour que nous soyons en mesure de répondre d'une façon affirmative au sujet du plus ou moins de longévité des germes pathogènes dans le sol; nous ne connaissons pas d'expériences faites sur la qualité des eaux qui proviennent de la filtration à travers des terrains ayant contenu des typhiques, par exemple.

Les difficultés sont, en effet, très grandes; elles tiennent, comme nous l'avons dit, à l'ignorance où nous sommes relativement aux caractères biologiques des microbes eux-mêmes.

Gilbert et Girode nous permettent d'espérer que le bacille de la fièvre typhoïde pourra trouver dans les inoculations faites à des cobayes la sanction qui nous faisait défaut pour établir d'une manière définitive son entité morbide; alors peut-être nous sera-t-il plus facile de découvrir, dans les nombreux

germes qui peuplent les diverses couches du sol, le bacille d'Eberth-Gaffky, et de le différencier plus sûrement.

Pour être bien conduites, de telles expériences exigent des conditions toutes spéciales qu'on ne rencontre pas couramment ; car, en outre des difficultés inhérentes à ce genre de recherches, il y a des difficultés nouvelles résultant de l'établissement de semblables expériences dans des cimetières.

Les essais que l'on ferait *in vitro* ne répondraient qu'imparfaitement aux exigences pratiques, et il serait téméraire de vouloir généraliser et étendre le phénomène ainsi enregistré à ceux qui se passent d'ordinaire dans le sol d'un cimetière. On peut obtenir néanmoins des renseignements qui ne sont pas dépourvus d'intérêt, sans doute, mais nous croyons que le côté théorique de la question n'est pas suffisamment établi pour qu'on se hasarde à aller étudier ce qui advient du bacille d'Eberth, par exemple, dans un cadavre livré à la putréfaction, lorsque nous ne savons pas bien exactement ce qu'il est lui-même.

Néanmoins, nous avons cherché à obtenir quelques indications relatives à la conservation du bacille typhique dans des liquides additionnés de liquides contenant des matières organiques en décomposition. La méthode que nous avons employée nous dispensait de l'obligation de rechercher désormais le bacille typhique ainsi introduit. Pour cela, nous avons pris un liquide en fermentation anaérobie ; nous étions

donc en droit de supposer que les germes introduits de la sorte dans les cultures sur plaques ne viendraient pas infirmer les résultats de la numération des colonies.

Voici, d'ailleurs, comment a été conduite l'expérience :

Du sang de veau a été recueilli dans un ballon stérilisé et contenant de l'acide carbonique. Nous l'avonsensemencé avec un vibrion que nous avons isolé de l'intestin de cadavres en voie de putréfaction. Ce vibrion, dont nous signalerons les caractères dans un autre chapitre, est un anaérobie franc.

Le ballonensemencé a été porté à l'étuve; deux jours après, nous avonsensemencé, avec 10, 20, 30, 40, 50 et 60 gouttes de ce liquide de culture, des ballons renfermant 100 centimètres cubes d'eau stérilisée.

Ces ballons d'eau, ainsi préparés, ont étéensemencés à leur tour avec une goutte d'un bouillon de culture de bacille typhique âgé de quarante-huit heures.

Ces ballons ont ensuite été portés à l'étuve à 35°, et, au bout de vingt-quatre heures, nous avons fait des cultures sur plaques.

Un ballon témoin, c'est-à-dire contenant de l'eau stérilisée sans addition de sang etensemencé avec du bacille typhique, donnait 150,000 colonies par centimètre cube d'eau.

Les cultures sur plaques ont donné les chiffres suivants :

Ballon avec 10 gouttes de sang putréfié.	200,000 colonies par c. cube.
— 20 — — —	35,000 —
— 30 — — —	80,000 —
— 40 — — —	12,000 —
— 50 — — —	4,000 —
— 60 — — —	5,000 —

Quinze jours après, les cultures sur plaques avec l'eau de ces mêmes ballons ont donné des chiffres moins élevés en général, mais indépendants de la quantité de matière organique introduite.

En modifiant la réaction du sang putréfié, soit par l'addition de carbonate d'ammoniaque, soit par celle d'acide tartrique, nous avons obtenu des variations suivant le degré et l'acidité ou l'alcalinité du milieu. Sans entrer dans le détail des manipulations courantes dans de pareilles expériences, il nous a semblé que la réaction alcaline était plus favorable au développement, ou tout au moins à la conservation du bacille d'Eberth. Strauss et Dubarry, dans des expériences faites avec de l'eau de l'Ourcqensemencée avec le bacille de la fièvre typhoïde, avaient constaté que ce bacille résistait à quatre-vingt-un jours de séjour dans un pareil milieu. Nous ne savons pas si les auteurs ont tenu compte de la réaction du liquide de culture; nous croyons, quant à nous, que le degré d'acidité ou d'alcalinité doit avoir une assez grande importance.

Quoi qu'il en soit, la seule chose que nous puissions dire, c'est qu'il ne faudrait pas compter sur la putréfaction des cadavres pour amener la destruction du

germe des maladies infectieuses que des cadavres sont susceptibles de contenir.

Bien des causes agissent pour entraîner cette destruction de germes pathogènes ainsi enfouis dans le sol; mais il serait peut-être imprudent d'avancer que le degré d'alcalinité plus ou moins considérable des liquides de la putréfaction est seul capable de détruire certains germes pathogènes, et en particulier celui de la fièvre typhoïde.

TROISIÈME PARTIE

ALCALOÏDES DE LA PUTRÉFACTION

CHAPITRE PREMIER

DES DIFFÉRENTES MÉTHODES EMPLOYÉES POUR SÉPARER LES ALCALOÏDES CADAVÉRIQUES.

On sait, depuis les recherches de Panum en 1856, que les produits de la putréfaction contiennent des poisons ; mais la nature de ces poisons ne fut pas étudiée par le savant physiologiste danois, qui ne voulut pas leur reconnaître la nature alcaloïdique.

Pour Hemmer, O. Weber, Stick, etc., ces poisons putrides appartenaient à des albuminoïdes en voie de décomposition.

Ce fut en 1866, que Dupré et B. Jones se basant sur la fluorescence des extraits provenant de la putréfaction des tissus animaux, affirmèrent, d'ailleurs sans

preuves, que cette *chinoïdne animale* était un alcaloïde.

Plus tard, Zuelser et Sonnenschein retirèrent de l'extract de chaires putréfiées un alcaloïde offrant de certaines analogies avec l'atropine. Enfin, Hager, Marquardt, Schwanert, Liebermann, etc. reconnurent, à la suite d'expertises médico-légales pratiquées sur des individus ayant succombé à des causes étrangères à des intoxications, la présence, dans les organes de ces individus, de substances alcaloïdiques, présentant les caractères de la caprylamine, de la conine, etc., etc.

Ainsi donc, avant 1872, c'est-à-dire à l'époque où parurent les remarquables travaux de M. le professeur A. Gautier, on savait que les produits de la putréfaction contenaient des substances toxiques, mais ces substances n'avaient jamais été isolées, analysées; on discutait encore sur la nature alcaloïdique de ces produits.

C'est à M. Gautier que revient l'honneur d'avoir le premier isolé une ptomaïne, de l'avoir définie chimiquement.

M. Gautier a classé ces corps alcaloïdiques en deux groupes. Dans le premier groupe se trouvent les alcaloïdes provenant de la fermentation putride et qui avaient été désignés par Selmi sous le nom de ptomaïnes; dans le second, les alcaloïdes qui sont engendrés sans cesse par les combustions vitales et que M. Gautier a nommés *leucomaïnes*.

Les leucomaïnes n'offrent qu'un intérêt secondaire

pour le chimiste expert; il n'en est pas de même des ptomaines.

La connaissance exacte de ces dernières, leurs caractères, leur mode de formation, leurs propriétés physiologiques sont d'une importance dont on ne saurait trop tenir compte.

Notre savant maître, M. le professeur Brouardel, à propos de l'affaire R. (accusation d'empoisonnement par la colchicine), a signalé à l'attention des médecins légistes et des chimistes experts, l'importance énorme que présente l'étude de ces alcaloïdes.

En effet, si, dans un cadavre inhumé depuis un certain temps, on trouve certaines réactions de la colchicine, peut-on affirmer que ces réactions appartiennent à la colchicine seule?

Voici ce que M. le professeur Brouardel pense très judicieusement au sujet de toutes les affaires d'empoisonnement par une substance toxique : pour que l'expert puisse formuler une conclusion ferme, il faut qu'il y ait un ensemble de concordances entre, d'une part, les symptômes observés pendant la vie et les lésions constatées sur le cadavre, de l'autre l'analyse chimique et les expériences physiologiques.

Il est hors de doute que les ptomaines sont essentiellement des produits de décomposition cadavérique; mais il a fallu à cette vérité un temps assez long pour s'imposer.

Les multiples travaux de Panum sur cette grave question ont démontré que, dans les cas d'empoisonnements par les viandes conservées, par exemple,

l'intoxication n'est pas engendrée par les microbes qui habitent ces divers milieux, mais bien par les divers produits que Bergmann et Schmiedeberg, avant Panum, avaient baptisés du nom de tepsine.

Les travaux de Panum eurent un très grand retentissement ; ils furent repris et confirmés par Stich et Thiersch. Gautier et Selmi étudièrent ensuite les différents poisons cadavériques qu'ils avaient isolés.

De leur côté, Brouardel et Boutmy étudièrent une ptomaïne qu'ils avaient isolée d'un cadavre d'une femme morte à la suite d'une ingestion d'oie farcie putréfiée.

Cet alcaloïde rappelait la conine cadavérique de Marquardt et de Gautier ; il était très volatil, dégageait une odeur semblable à celle de l'urine de souris ; le phosphomolybdate de soude le colorait en rouge orangé. L'iodure de potassium ioduré le précipitait en brun kermès, le chlorure d'or en violet et le tannin en blanc.

Brouardel et Boutmy, continuant leurs recherches dans les organes de deux individus, tués l'un par l'acide prussique, l'autre par l'oxyde de carbone, isolèrent un alcaloïde qui offrait certaines analogies avec la vératrine ; cette ptomaïne fut retrouvée par les mêmes auteurs dans le cadavre d'un autre homme mort d'une intoxication arsenicale.

Cette base avait le caractère particulier de ne pas être toxique.

L'école italienne, Selini en tête, a essayé de donner

une classification des ptomaines ; pour Selmi, il convient de distinguer :

1° Les ptomaines entraînées par l'éther de leur solution alcaline ;

2° Les ptomaines entraînées par l'éther de leur solution acide ;

3° Les ptomaines entraînées par le chloroforme de leur solution alcaline ;

4° Les ptomaines solubles dans l'alcool amylique.

5° Les ptomaines ne pouvant être entraînées par aucun de ces véhicules.

La classification de Selmi a le grave inconvénient des classifications absolument empiriques ; aussi Pouchet lui oppose-t-il la classification suivante, qui, à notre avis, est beaucoup plus exacte et plus précise :

1° Groupe d'alcaloïdes appartenant à la série hydropyridique ;

2° Groupe d'alcaloïdes appartenant à la série pyridique ;

3° Groupe d'alcaloïdes appartenant à la série de la bétaine et de la névrine.

Au premier groupe se rattachent les alcaloïdes liquides volatils s'oxydant avec une très grande rapidité et dont il est presque impossible d'obtenir des combinaisons constantes.

Ces bases liquides, d'après Pouchet, existent en très minime proportion dans les liquides normaux d'excrétion. On ne les rencontre en quantité suffisante qu'au début des phénomènes de putréfaction.

Les bases du second groupe sont liquides et volatiles comme les précédentes, dont elles ne se distinguent que par leur grande stabilité.

Les urines pathologiques, de même que les fèces et les produits de putréfaction, les contiennent en assez notable quantité.

Le troisième groupe comprend des alcaloïdes fixes oxygénés, mais encore facilement altérables, et que l'on découvre dans les produits de putréfaction avancée.

On retrouve les bases de ce dernier groupe parmi les produits de désassimilation de l'organisme. D'après Pouchet, leur production paraît favorisée par l'action prolongée des acides ou des alcalis étendus sur les substances protéiques.

Dragendorff, après Brieger, range les ptomaïnes dans la classe des amides. Il cite même quelques amides nées du dédoublement des composés albuminoïdes, comme la choline, la névrine, l'hydrocollidine, la parvoline, l'isophényléthylamine.

Nous admettrions volontiers qu'un certain nombre de ptomaïnes isolées et analysées ne constituent pas, comme la plupart des auteurs sont tentés de le croire, des bases ou des sels uniques et parfaitement caractérisés.

Pour J. Ogier, ce sont plutôt des associations de plusieurs sels ou bases dont la séparation complète n'est généralement pas réalisable, soit parce que leurs propriétés sont à peu près identiques, soit à cause de leur facile destructions, sous l'influence de

l'oxydation, soit parce que cette séparation, n'est pas possible avec les réactifs que nous possédons.

Les ptomaines comprennent une série d'alcaloïdes allant depuis les bases de la série pyridique, caractérisée par MM. Gautier et Étard, jusqu'aux bases à quatre et six atomes d'oxygène, telles que celles qu'a obtenues Pouchet en étudiant les produits qui se forment au commencement de la putréfaction.

Plus la transformation et les dédoublements de la molécule albuminoïde sous l'influence de la fermentation putride sont profonds, plus simples sont les alcaloïdes que l'on peut en extraire.

Pouchet avait remarqué, et nous l'avons vérifié bien souvent, qu'à certaines périodes de la putréfaction à l'air libre, les ptomaines semblaient disparaître complètement.

Cette disparition ne paraît pouvoir s'expliquer que de la façon suivante :

La matière organique azotée exige, pour être détruite, l'action successive de microbes aérobies et anaérobies.

En effet, dès que la mort est arrivée, les anaérobies commencent leur œuvre de dissolution et de régression, la putréfaction débute ordinairement par les intestins, et les microbes qui s'y trouvent ne tardent pas à envahir tout l'individu, en vertu d'un mécanisme que nous avons déjà indiqué.

Mais bientôt les aérobies facultatifs et les aérobies francs vont succéder aux anaérobies, parce qu'ils sont seuls capables, en général, d'entraîner la dispa-

rition des matériaux organiques et d'activer la destruction commencée par les premiers.

Pendant leur période d'action, les aérobies absorbant l'oxygène, déterminent sans doute, sinon l'ozonisation de ce gaz, du moins une exagération de son pouvoir oxydant, ainsi que cela a été constamment observé dans les oxydations spontanées (oxydation du phosphore, des huiles, de l'alcool, Pouchet).

Si une cause quelconque supprimait l'action des aérobies, les aérobies facultatifs et les anaérobies, reprenant possession de la matière en voie de destruction, pourraient reproduire des ptomaines, un instant disparues.

Les ptomaines étant habituellement des composés très oxydables, il est fort probable que la succession des actes chimico-biologiques occasionnés par la présence et le développement des microbes aérobies et anaérobies doit être une des principales causes de la formation et de la disparition des ptomaines dans la suite.

Cette hypothèse expliquerait les résultats contradictoires obtenus par différents expérimentateurs dans des conditions en apparence identiques.

De tout cela, il semble ressortir que, dans les diverses phases de la putréfaction, ou bien suivant les diverses conditions dans lesquelles se trouvent les cellules vivantes, la recherche des ptomaines est susceptible de conduire à isoler des alcaloïdes aussi différents par leur composition que par leurs pro-

priétés toxiques ; on peut cependant admettre, comme le pense Pouchet, que, dans des conditions identiques, une seule même ptomaïne résultera toujours développement et de la vie d'une même cellule.

Les chimistes qui se sont occupés des ptomaïnes se sont servis pour les isoler, d'une des méthodes générales d'extraction les alcaloïdes végétaux, avec quelques modifications particulières.

La première de ces méthodes est celle du chimiste belge Stass, modifiée par Otto.

Elle consiste à traiter les organes divisés par le double de leur poids d'alcool à 90°, additionné d'une légère quantité d'acide tartrique, puis à laisser digérer pendant vingt-quatre heures au bain-marie.

Lorsque le mélange est refroidi, on le filtre et le résidu est exprimé. Après filtration, le liquide alcoolique est évaporé à 33° dans le vide, ou dans un courant d'hydrogène, ensuite versé sur un filtre mouillé pour retenir les corps gras.

On se débarrasse de la petite quantité de graisse qui traverse le filtre en agitant vivement le liquide filtré avec de l'éther, et on décante dans une boule à robinet.

Le liquide ainsi purifié est mélangé avec du verre pilé et évaporé à sec dans le vide.

On fait dissoudre ce nouveau résidu dans une petite quantité d'eau, puis on le mélange avec du bicarbonate de soude, jusqu'à réaction légèrement alcaline.

La solution est alors agitée avec cinq fois son volume d'éther, après quoi l'éther est distillé incom-

plètement au bain-marie. Le résidu d'éther est abandonné dans un cristalliseur, où l'alcaloïde ne tarde pas à se précipiter. La méthode de Stass présente quelques inconvénients, en ce sens que les tartrates d'alcaloïdes ne sont pas tous solubles dans l'alcool, de même que l'éther ne dissout pas tout les alcaloïdes avec la même facilité.

Dragendorff a employé la méthode suivante : les matières, finement divisées sont, délayées avec de l'eau distillée, ensuite on y ajoute environ 10 centimètres cubes d'acide sulfurique au cinquième pour 100 de mélange, et on laisse digérer la masse pendant quelques heures à 50°.

On exprime dans un linge fin, puis on recommence le même traitement avec 100 centimètres cubes d'eau.

On réunit les deux liquides et on évapore le tout à consistance sirupeuse. On reprend le résidu par quatre fois son volume d'alcool à 95° et on laisse digérer le tout pendant vingt-quatre heures.

On filtre et on évapore l'alcool par la distillation. Le liquide est ensuite amené à 50 centimètres cubes et agité avec 50 centimètres cubes de benzine.

Le résidu aqueux, après décantation et son alcalinisation par de l'ammoniaque, est chauffé vers 40° et agité à deux reprises différentes, chaque fois avec 50 centimètres cubes de benzine.

L'alcaloïde se précipite généralement de cette solution de benzine ; on le lave à l'eau froide une première fois, puis on redissout de nouveau le

résidu dans de l'eau bouillante et on évapore très lentement.

On peut aussi évaporer et redissoudre le résidu dans l'acide sulfurique dilué ; dans ce cas, l'acide est ensuite neutralisé par l'ammoniaque et on reprend par la benzine.

Les inconvénients de cette dernière modification du procédé de Dragendorff sont : 1° l'emploi de l'acide sulfurique, qui, par suite de l'évaporation de la masse en traitement, finit par se trouver en trop grande quantité à la fin de l'opération et détermine ainsi la destruction des ptomaines ; 2° la présence du chlorhydrate d'ammoniaque dans les résidus.

On se débarrasse très difficilement de ce produit même en utilisant sa grande insolubilité dans l'alcool absolu.

Il est donc préférable de ne jamais faire intervenir l'ammoniaque dans les manipulations qui ont pour objet la recherche d'un alcaloïde cadavérique.

Dans son remarquable mémoire sur les alcaloïdes dérivés de la destruction bactérienne et physiologique des tissus animaux, M. Gautier décrit et recommande le procédé qui suit :

Les liquides putrides séparés des huiles surnageantes, après légère acidulation et agitation avec l'acide sulfurique très étendu, sont distillés dans le vide à basse température.

Il se dégage de l'ammoniaque, de l'indol, du scatol. Le résidu liquide sirupeux, séparé des cristaux qui se forment, est alcalinisé avec de la baryte, filtré et la

liqueur est agitée un grand nombre de fois avec du chloroforme pour dissoudre les bases.

On distille ensuite ce dissolvant à basse température, soit dans le vide, soit dans un courant d'acide carbonique et, à la liqueur qui reste, on ajoute de l'eau et de l'acide tartrique qui sépare une résine brune et une liqueur.

Celle-ci, recueillie et traitée par la potasse affaiblie, dégage une vive odeur de carbylamines. En même temps, les bases sont mises en liberté.

On les enlève en agitant la liqueur avec de l'éther et en évaporant ce dissolvant dans un courant d'acide carbonique sous faible pression ; puis, sous une cloche, en présence de potasse caustique destinée à empêcher leur carbonatation à l'air.

On peut alors séparer ces bases par précipitations fractionnées, au moyen du chlorure de platine, ou bien, si l'on en a une suffisante quantité, par distillation dans le vide.

Aujourd'hui, M. Gautier a substitué l'acide oxalique à l'acide sulfurique.

Aux liqueurs alcalines primitives, il ajoute de l'acide oxalique jusqu'à réaction acide. Il enlève les acides gras liquides, qui surnagent, filtre et distille. De cette façon, le phénol, le scatol, l'indol, etc., sont chassés.

La partie qui n'a pas distillé est alcalinisée avec de la chaux et le précipité formé est séparé. — La liqueur alcaline est distillée à sec dans le vide au

contact de l'acide sulfurique étendu ; les bases distillent alors avec l'ammoniaque.

A la fin, il neutralise la liqueur distillée, l'évapore presque à sec, en séparant et rejetant le sulfate d'ammoniaque, qui cristallise, et il reprend les dernières eaux-mères par de l'alcool concentré qui dissout les sulfates des ptomaïnes.

L'alcool est ensuite chassé et, après addition d'un peu de soude caustique, la solution aqueuse concentrée de ce sel est traitée successivement par l'éther de pétrole, par l'éther, etc.

Quant au produit resté dans l'appareil distillatoire avec l'excès de chaux qui avait servi à séparer les bases, on peut le traiter, après dessiccation et trituration, par l'éther à 36°, qui, dans ces conditions, dissoudra les bases fixes.

Le résidu de cet éther est épuisé par un peu d'eau acidulée, et l'on précipite les bases par un alcali.

M. Pouchet a indiqué un procédé qu'il avait appliqué dans la recherche des ptomaïnes retirées des liquides de l'économie.

Ce procédé consistait à précipiter en solution alcaline par le tannin en excès, puis à décomposer les tannates ainsi formés par l'hydrate de plomb en présence d'alcool.

La solution alcoolique évaporée laissait une masse sirupeuse qu'on dialysait ; les bases passaient à travers le dialyseur, et on les séparait par les divers dissolvants.

Brieger, en Allemagne, opérait d'une façon diffé-

rente. La masse, après filtration, était précipitée par le sous-acétate de plomb, puis reprise par l'hydrogène sulfuré.

Le liquide, débarrassé du sulfure de plomb, est évaporé jusqu'à consistance sirupeuse et épuisé par l'alcool anylique; on chasse ensuite l'alcool amylique; le résidu est repris par l'eau, concentré et acidulé par l'acide sulfurique.

La masse est agitée avec de l'éther pour enlever les acides oxyaromatiques; on réduit ensuite, par évaporation, au quart du volume initial pour séparer les acides gras.

On précipite l'acide sulfurique par la baryte, et l'excès de baryte par l'acide carbonique; on filtre et on chauffe au bain-marie.

Après refroidissement, on précipite par le chlorure mercurique. Le précipité est lavé, décomposé par l'hydrogène sulfuré et concentré par évaporation.

Les matières inorganiques qui se déposent sont séparées et lavées à l'alcool absolu.

Il se forme bientôt après des cristaux qui, solubles dans l'eau et l'alcool étendu, sont, au contraire, insolubles dans l'alcool absolu, la benzine, le chloroforme. Ensuite, on sépare les uns des autres les corps cristallisés par des précipitations fractionnées à l'aide du chlorure de platine ou du chlorure d'or.

Brieger a modifié son procédé primitif; et voici la méthode qu'il a adoptée et suivie dans ses dernières recherches.

On additionne la masse initiale d'acide chlorhydri-

que, afin de transformer les bases en chlorhydrates. Puis, le mélange est amené à consistance sirupeuse, et on extrait les chlorhydrates par l'alcool absolu.

On distille et on épuise le résidu par plusieurs lavages à l'alcool absolu.

Le procédé dont nous nous sommes servi dans nos expériences est celui que nous employons au Laboratoire de toxicologie, dans la pratique courante des recherches toxicologiques.

Le procédé d'extraction, qui est dû à notre savant maître, M. Ogier, est une combinaison de la méthode de Stass et de celle de Dragendorff ; il consiste en ceci :

Les matières sont broyées dans un hachoir, additionnées d'environ leur poids d'alcool à 90° et acidulées par l'acide tartrique ou par l'acide citrique. Le mélange est abandonné pendant vingt-quatre heures à une température de 50 ou 60°.

Au bout de ce temps, on sépare le liquide alcoolique, d'abord en filtrant, puis en pressant énergiquement la masse pâteuse. On filtre de nouveau pour séparer des matières grasses en suspension. On élimine ensuite une partie de l'alcool par distillation.

Cette distillation s'opère au bain-marie, dans une cornue traversée par un courant rapide d'acide carbonique ; l'emploi du gaz carbonique a pour but d'activer l'évaporation et surtout d'empêcher une élévation trop grande de température.

La distillation est arrêtée lorsqu'on a recueilli environ la moitié de l'alcool employé. On continue

l'évaporation dans le vide sec, jusqu'à ce que le liquide ait pris une consistance de masse pâteuse (1),

(1) L'évaporation dans le vide de ces masses considérables de liquide est, comme l'on sait, longue et fastidieuse. Les dispositions que nous avons adoptées au laboratoire sont les suivantes. Les cloches à vide ont, à leur base, un bord rodé, large d'environ 3 centimètres; cette grande surface de contact entre la platine et la cloche permet de mettre en œuvre, pour le graissage la vaseline, au lieu de suif, dont on se sert habituellement. Cette substitution offre quelques avantages; la vaseline s'étale facilement à l'aide d'un couteau de bois, sur le rebord des cloches; le nettoyage des cloches et des platines est très aisé; l'occlusion est aussi parfaite qu'avec le suif, mais seulement à la condition d'employer des cloches à large rebord; les fuites, s'il y en a, s'aperçoivent aisément par les fissures qui se produisent dans la couche transparente comprise entre le bord de la cloche et le plan de verre. Au moyen d'un tour de main très simple, on sépare sans peine la cloche de la platine, opération qui est quelquefois difficile avec le suif. Par les grandes chaleurs, la vaseline devient un peu trop fluide pour cet usage: en ce cas, il est bon d'y dissoudre à chaud un peu de paraffine. Les cloches ont vers le bas une tubulure latérale où se fixe un robinet de verre sur une monture rodée; cette disposition est la meilleure; elle n'offre pas les inconvénients des robinets placés au sommet des cloches (chute, dans les liquides à évaporer, de petits corps étrangers entraînés avec le courant d'air, quand on ouvre le robinet), ni les difficultés de construction des robinets portés par la platine. Les liquides à évaporer sont étalés sur une grande surface, dans des capsules plates ou dans de très larges verres de montre superposés. Pour avoir aussi une grande surface desséchante d'acide sulfurique, nous superposons dans un cristalliseur cinq ou six plateaux de plomb formant des sortes de cuvettes très basses, de 3 à 4 millimètres de profondeur; l'ensemble des plateaux contient environ 1 litre d'acide; on les remplit jusqu'à les faire déborder. A mesure que l'hydratation de l'acide s'effectue, la couche fortement aqueuse qui se forme à la surface déborde des plateaux et tombe dans le cristalliseur; on conserve ainsi, à la surface de chaque cuvette une couche d'acide relativement concentré, dont l'action desséchante dure assez longtemps.

Dans ces conditions, l'acide étant renouvelé une fois par vingt-quatre heures, on arrive à évaporer complètement, dans une seule cloche, 1 litre de liquide en trois ou quatre jours.

ou bien on distille dans le vide à 40° environ.

Cette masse est reprise par de l'eau alcoolisée; on filtre et on ajoute au liquide filtré de l'alcool, jusqu'à ce qu'une nouvelle addition ne détermine plus de précipité. On évapore l'excès d'alcool au bain-marie, dans un courant d'acide carbonique.

Le liquide aqueux et acide (qui généralement a un volume de 500 à 800 centimètres cube) est alors épuisé à deux ou trois reprises par de l'éther de pétrole; on emploie chaque fois un volume de pétrole à peu près égal au volume du liquide.

La plus grande partie des matières grasses se trouve éliminée par le traitement au pétrole. Si ce traitement a été fait avec soin, aucune émulsion n'est à craindre avec les dissolvants qui seront ultérieurement employés.

Le liquide aqueux est alors additionné d'un excès de bicarbonate de soude et épuisé complètement et à plusieurs reprises par l'éther, comme dans la méthode de Stass. Tous les alcaloïdes importants sont dissous par l'éther. C'est sur ce liquide éthéré, obtenu, en somme, par la méthode de Stass, que nous appliquons la méthode de Dragendorff. A cet effet, l'éther est éliminé par distillation au bain-marie; il reste une solution aqueuse d'un petit volume de 100 à 150 centimètres cubes par exemple (s'il est nécessaire, on ajoute un peu d'eau); on la rend acide et on l'épuise successivement par le pétrole, par la benzine, par le chloroforme; on la rend ensuite alcaline avec un peu d'ammoniaque et on l'épuise de nouveau par le

pétrole, par le chloroforme, par l'alcool amylique.

En résumé, le procédé consiste, on le voit, à isoler les alcaloïdes en bloc, au moyen de l'éther, en présence du bicarbonate de soude, puis à appliquer la méthode de séparation sur le résidu aqueux laissé par l'évaporation de l'éther ; ce mode opératoire a cet avantage que les épuisements successifs par les divers dissolvants s'effectuent sur un très petit volume de liquide, déjà purifié d'ailleurs de la majeure partie des substances étrangères qui pouvaient gêner l'extraction.

Les dissolvants sont filtrés et séparés avec soin des gouttelettes d'eau entraînées. S'il y a lieu, on les évapore partiellement au bain-marie ; de préférence, on les abandonne à l'évaporation spontanée, dans un petit nombre de verres de montre, cinq ou six pour chaque dissolvant.

On peut épuiser directement aussi par l'alcool amylique le produit épuisé par l'éther. C'est du reste ce qu'on est obligé de faire dans les recherches toxicologiques, à cause de la morphine.

Comme l'évaporation de ce liquide serait assez pénible, on en extrait l'alcaloïde par agitation avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique étendu.

La solution chlorhydrique est évaporée à sec dans l'acide sur de la chaux vive. Le résidu ainsi obtenu contient d'ordinaire du chlorhydrate d'ammoniaque, qui gêne certaines réactions colorées ; c'est pourquoi il est bon de le purifier par dissolution de l'alcaloïde dans de l'alcool rigoureusement absolu.

On obtient de cette façon des produits suffisamment purs pour pouvoir déceler, au moyen de réactifs appropriés, la présence des alcaloïdes qui sont dissous dans chaque dissolvant.

Dans la méthode générale de séparation des alcaloïdes, on opère tantôt sur des extraits liquides acides, tantôt sur des extraits liquides alcalins. Il arrive qu'à chacune de ces solutions répond un dissolvant pour ainsi dire spécial.

Dragendorff emploie d'abord l'éther de pétrole, qui a pour but d'enlever les matières grasses ; nous avons vu à maintes reprises que ce dissolvant n'enlevait aucun alcaloïde aux extraits aqueux acides.

Les extraits liquides alcalins ou alcalinisés ne cèdent à l'éther de pétrole que des traces de substances à réaction alcaloïdique.

La benzine enlève des quantités assez grandes de substances qui brunissent avec l'acide sulfurique, le troublent avec l'iode et réduisent quelquefois l'acide iodique et le ferricyanure de potassium.

Le dissolvant qui possède le plus grand pouvoir absorbant est, sans aucun doute, l'alcool amylique ; mais il se conduit d'une façon identique à l'égard de certains alcaloïdes végétaux, tels que la solanine, la berberine et la morphine.

Ici, la difficulté est plus grande, car la morphine donne avec le ferricyanure de potassium et quelquefois avec l'acide iodique les mêmes réactions que les ptomaines. On peut toutefois se servir du perchlorure de fer pour les différencier.

Il n'existe pas un grand nombre de réactifs capables de révéler la présence des alcaloïdes, et tous n'ont pas la même valeur.

L'iode avait été signalé par Graebner comme étant un des meilleurs, soit sous forme d'acide iodique, soit sous celle d'acide iodhydrique ; d'après cet auteur, il serait même préférable à l'iodure de potassium ; mais ce dernier à l'énorme supériorité d'être un bon réactif général de tous les alcaloïdes, ce qui fait que, lorsqu'il ne précipite pas, il indique l'inutilité de recherches ultérieures. Trotarelli avait recommandé avec un certain enthousiasme, pour reconnaître les ptomaïnes, un réactif composé d'un mélange d'azotate de palladium et de nitroprussiate de soude. Graebner a prouvé, au contraire, que ce réactif ne donnait jamais que des résultats négatifs.

L'iodure de mercure et de potassium, l'acide tannique, le chlorure de platine, ne donnent de précipités évidents que dans les solutions éthérées et amyliques ; l'acide picrique ne précipite que dans des cas très rares (Les picrates sont, en général, assez solubles).

L'acide sulfurique concentré colore généralement en brun les alcaloïdes cadavériques ; mais, si l'on fait varier la concentration, la quantité et la température, on peut obtenir des colorations violacées plus ou moins fugaces.

Le réactif de Frohde se colore quelquefois en bleu avec certains résidus des solutions amyliques et éthérées. MM. J. Ogier et Minovicci ont rencontré

une fois, dans leurs expériences au Laboratoire de toxicologie, une ptomaïne qui prenait une coloration violette avec le réactif de Frohde (comme la morphine).

Certaines ptomaïnes, en présence de l'acide chlorhydrique seul ou mélangé d'acide sulfurique, donnent une coloration rouge violacée qui s'exalte par la chaleur.

Le réactif de Brouardel et Boutmy peut, dans plusieurs cas, fournir de bonnes indications; mais il n'a pas le caractère général que lui avaient assigné ces auteurs en présence des ptomaïnes.

M. Gautier a montré que l'atropine, la toluidine, la collidine, la naphtylamine le réduisaient abondamment.

Brieger a prétendu que cette réaction n'avait jamais lieu en présence de ptomaïnes oxygénées pures, attendu qu'elle n'avait lieu que grâce aux peptones qui souillent les produits.

G. Pouchet a cité un certain nombre de ptomaïnes qui ne présentaient pas la réaction de MM. Brouardel et Boutmy. Quoi qu'il en soit, dès lors que les alcaloïdes cadavériques offrent les plus frappantes analogies avec les alcaloïdes végétaux, on comprendra aisément combien la tâche de l'expert devient parfois compliquée et délicate.

Cette différenciation est difficile, parce qu'il n'existe pas de réaction spécifique s'étendant au groupe entier des ptomaïnes. Sous ce rapport, nous confirmons pleinement les démonstrations de Brieger; il a,

de plus, nettement établi que trois alcaloïdes cadavériques qu'il avait isolés, à savoir : la neuridine, la choline et la putrescine, sont absolument indifférents à ces réactifs.

Ce que nous avons dit au sujet du réactif générique de Brouardel et de Boutmy s'applique également à l'acide phosphomolybdique qui précipite toutes les ptomaines, soit en jaune, soit en blanc, et qui précipite aussi l'ammoniaque.

Dans une communication à l'Académie de médecine, M. Ogier a mentionné une série d'expériences faites sur des résidus qui ne contenaient que des ptomaines, à l'aide de réactifs, présentant des caractères spéciaux qui leur sont communs avec certains alcaloïdes végétaux toxiques :

Voici les résultats auxquels l'ont conduit ses expériences :

1° Le foie et les reins d'un grand nombre de cadavres dans des conditions bien déterminées et dans des états divers de putréfaction ont toujours fourni des résidus subissant en général les mêmes réactions;

2° Les résidus les plus abondants sont fournis d'abord par l'alcool amylique en solution alcaline ; puis par la benzine et le chloroforme en solution acide ;

3° Dans un seul cas (il s'agissait d'un fœtus de sept à huit mois, ne laissant voir aucune trace de putréfaction), les résidus n'ont présenté aucune réaction alcaloïdique.

Les résidus sont déjà en quantité notable avec des

viscères dont la putréfaction est cependant à peine commencée (cadavre de deux à quatre jours en été) ; ils sont plus abondants avec les viscères franchement putréfiés (cadavres de huit à vingt jours).

Au delà d'une certaine limite de putréfaction (cadavre exhumé après deux ans et plus), la dose des ptomaïnes diminue d'une manière évidente, conformément aux observations de divers auteurs.

On a isolé, jusqu'à présent, un assez grand nombre de ptomaïnes dont on connaît plusieurs caractères généraux, mais leur étude chimique est loin d'être aussi complète qu'on serait tenté de se le figurer.

Au cours de nos recherches, en qualité de préparateur au Laboratoire de toxicologie, nous avons eu de fréquentes occasions de rencontrer dans des résidus où l'empoisonnement avait été provoqué par de l'arsenic, par exemple, tantôt des ptomaïnes donnant des réactions colorées au moyen de tel réactif, tantôt d'autres ptomaïnes donnant probablement, dans des conditions qui paraissaient analogues, des réactions différentes. Aussi, avons-nous résolu d'étudier les circonstances dans lesquelles se forment les ptomaïnes.

D'après ce que nous savons sur ces bases, pouvons-nous supposer qu'une ptomaïne, définie par des réactions colorées nettes, se reproduira toujours, lorsqu'on se placera dans des conditions d'expériences identiques ?

Et, s'il n'en, est pas ainsi quelles sont donc le

causes susceptibles de modifier cette formation? En d'autres termes, si nous plaçons une substance organique quelconque dans un vase fermé, à une température connue, en présence d'une quantité déterminée d'oxygène, et si nous répétons l'expérience, aurons-nous toujours une ou plusieurs ptomaines offrant invariablement les mêmes caractères colorés?

Nous verrons que, toutes choses égales d'ailleurs, rien n'est plus variable que la nature des alcaloïdes produits par la destruction des matières animales placées dans de pareilles conditions.

Dans certains cas, on obtient des ptomaines qui ne se séparent pas par le chloroforme en solution alcaline, et d'autres, au contraire, qui se dissolvent dans le chloroforme. Certains alcaloïdes laissent des résidus huileux par suite de l'évaporation par la benzine, sans rien perdre par l'alcool amylique; bref, on aboutit à presque autant de résultats différents qu'on a fait d'expériences.

D'autre part, si on étudie les produits gazeux provenant de la décomposition, on trouve des variations moins grandes, il est vrai, dans la nature des gaz, mais tout aussi considérables dans le volume émis pendant chaque expérience.

Sans compter que les caractères physiques de la matière organique ainsi abandonnée à la putréfaction spontanée ne sont jamais les mêmes dans un temps donné, que tel flacon au bout de quatre jours contient une masse rouge verdâtre à moitié liquéfiée, que tel autre renferme une masse rouge, bour-

souflée, flottant sur un liquide rouge plus ou moins sombre.

D'où on arrive à conclure que les phénomènes de la putréfaction cadavérique sont essentiellement variables et dépendent de plusieurs facteurs, dont les plus importants sont la température, puis l'oxygène, enfin le ou les micro-organismes qui agissent sur les matières animales pour les décomposer.

CHAPITRE II

DU ROLE DE CERTAINS MICROBES PATHOGÈNES DANS LA DÉCOMPOSITION CADAVÉRIQUE.

Dans une première série d'expériences, nous avons étudié la nature des ptomaines qui pouvaient être produites dans des conditions bien déterminées.

A cet effet, nous avons pris six flacons de 500 centimètres cubes, bouchés avec du liège. Les bouchons étaient percés de deux trous pour recevoir un manomètre à air libre et un tube à dégagement fermé par un robinet.

Nous avons introduit dans ces flacons six morceaux de foie provenant de différents cadavres.

Ces flacons ont été placés à l'étuve à 40° et abandonnés ainsi à la putréfaction spontanée.

Vingt-quatre heures après, le dégagement gazeux a commencé; les gaz ont été recueillis et analysés :

	CO ² après vingt-quatre heures.	CO ² trois jours plus tard.	CO ² trois jours plus tard.
Flacon n° 1.....	40,6	53,9	71,8
— n° 2.....	58,3	90,7	96,4
— n° 3.....	46,2	68,4	79,2
— n° 4.....	87,4	90,6	95,8
— n° 5.....	61,9	96,8	97,2
— n° 6.....	50,4	86,3	88,3

Huit jours plus tard, nous avons retiré les débris organiques; nous les avons fait passer au hachoir et traités séparément de la façon suivante :

La masse a été additionnée de quatre fois son volume d'alcool et d'un peu d'acide tartrique. Au bout de vingt-quatre heures de macération, nous avons exprimé le liquide filtré et traité par de l'éther de pétrole.

Nous avons vérifié que l'éther de pétrole n'enlevait aucun alcaloïde. Le liquide putride a été rendu alcalin au moyen du bicarbonate de soude, filtré sur du coton de verre et épuisé par l'éther.

L'évaporation de l'éther a laissé un résidu sur lequel nous avons essayé un grand nombre de réactifs.

RÉACTIFS	FLACON N° 1	FLACON N° 2	FLACON N° 3	FLACON N° 4	FLACON N° 5	FLACON N° 6
Iodure de potassium ioduré	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.
Réactif de Meyer.....	blanc	blanc	blanc	blanc	blanc	blanc
Réactif de Brouardel.....	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.	préc. abond.
Sulfomolybdate.....	—	bleu	—	—	—	—
Sulfovanadate.....	—	—	verdâtre	—	—	—
Sulfosélénite.....	—	violette	—	violette	violette	—
Acide nitrique 4,4.....	R. violacée	—	—	R. violacé	—	—
Acide picrique.....	—	préc. léger.	—	préc. abond. (cristaux en forme de barbes de plumes.)	—	—

En outre, nous avons reconnu, lors de cette première expérience, que la marche de la putréfaction ne s'est pas effectuée de la même façon dans les divers flacons, quoique les conditions dans lesquelles nous avons opéré fussent à peu près identiques.

Les variations dans la quantité des produits gazeux semblaient démontrer que la fermentation putride était soumise à des influences d'ordre varié; les réactions colorées pour reconnaître les ptomaines n'ont pas non plus indiqué que les produits ultimes de la décomposition appartenaient aux mêmes alcaloïdes.

Par suite, nous sommes en droit d'admettre que la différence constatée avec les diverses réactions colorées sur les alcaloïdes cadavériques que nous avons isolés ne peut être causée que par la présence de ptomaines différentes (sans cependant attacher une importance exagérée à ce caractère différentiel).

Nous avons vu, par ce qui précède, que les phénomènes de la putréfaction n'offrent pas de constance dans les résultats ultimes de la décomposition, et cela en vertu d'une circonstance que nous avons intentionnellement omis de signaler, dans le but de ne pas compliquer le problème.

Comme nous ne sommes fixés que d'une façon très approximative sur la marche du phénomène de la putréfaction, tant au point de vue des produits solides résiduels qu'à celui de la nature des gaz dégagés, nous avons essayé d'étudier maintenant le rôle des divers micro-organismes, dont la biologie est assez

bien établie dans la décomposition cadavéreuse.

Afin de nous placer dans des conditions normales, pour éviter l'inconvénient de faire intervenir un nouvel inconnu résultant, par suite de modifications d'ordre chimique, de la stérilisation par la chaleur, nous n'avons pas voulu faire usage de tissus musculaires stérilisés. Ces milieux de cultures avaient été employés par de nombreux expérimentateurs, Gautier, Rosenbach, Briéger, etc., qui se servaient de viande de bœuf hachée et réduite en bouillie, de gélatine, d'albumine, etc., etc.

Nous avons opéré sur des fœtus de cochon provenant de truies pleines, abattues pour la boucherie, et, de la sorte, nous avons obtenu le milieu aseptique favorable que nous cherchions.

Ces fœtus n'ont été délivrés de leurs membranes qu'au laboratoire. Nous avons immédiatement lié le cordon et, afin de faire obstacle aux germes qui auraient pu se déposer accidentellement pendant la manipulation, nous avons lavé les fœtus avec une solution étendue de bichlorure, puis nous les avons rincés avec de l'eau stérilisée.

Ainsi préparés, nous les avons mis dans des flacons stérilisés, bouchés à l'aide d'un bouchon percé d'un trou par lequel pénétrait un tube effilé, munie d'ouate à son extrémité.

Notre première expérience a été faite sur un fœtus qui pesait environ 200 grammes. Nous lui avons introduit dans le ventre, par piqure au moyen d'un tube de verre effilé, 2 centimètres cubes d'un bouil-

lon de culture de *streptococcus pyogenes aureus*. Après quoi le flacon a été placé à l'étuve à 40°. Au bout de vingt-quatre heures, il s'est produit par suintement une assez grande quantité d'un liquide sanguinolent, qui n'a pas tardé à verdier et à devenir, par la suite, de plus en plus foncé.

Le fœtus avait été inoculé, ainsi que nous venons de le dire, par une piqûre dans l'abdomen; les cocci se sont développés assez rapidement, en suivant les voies des vaisseaux, et sur la partie supérieure du corps, laquelle ne se trouvait pas en contact avec le liquide. On pouvait observer des petites traînées blanchâtres dessinant toutes les artérioles et veinules, comme si on les avait injectées.

Deux jours après, le fœtus était réduit aux trois quarts de son volume primitif et présentait l'aspect d'une masse boursouflée, flottant sur un liquide verdâtre. Le tissu musculaire paraissait intact et le corps de l'animal plutôt macéré; ce n'était donc pas, à proprement parler, une putréfaction; à aucun moment, il n'y a eu formation de bulles gazeuses. Après un séjour de dix-huit jours à l'étuve, nous avons retiré le flacon et soumis le liquide à l'analyse.

Nous n'avons pas cherché à isoler les ptomaines pour en faire l'analyse complète; en principe, cela eût été préférable; mais on conçoit qu'un pareil travail, quoique offrant le plus haut intérêt, eût exigé un temps beaucoup plus long; d'ailleurs, en l'espèce, il dépassait le but que nous nous étions proposé.

La simple analyse qualitative, bornée; il est vrai, à un ensemble de réactions d'une valeur chimique, à notre avis, suffisante pour ce que nous voulions essayer de démontrer, nous a permis de constater que nous nous trouvions bien en présence de produits alcaloïdiques.

Nous n'entrerons pas à nouveau dans le détail de la manipulation de la séparation des ptomaines; nous nous contenterons de signaler les réactifs qui nous ont fourni un résultat.

Avec l'extrait de cette culture de *staphylococcus pyogenes*, nous avons obtenu un chlorhydrate d'alcaloïde présentant les réactions suivantes :

Iodure de potassium ioduré.....	Précipité abondant.
Réactif de Brouardel, Boutmy....	Col bleue de Prusse.
Réactif de Meyer.....	Précipité blanc.
Sulfomolybdate	Coloration violette.

Cette coloration violette par le sulfomolybdate s'obtient, du reste, quelquefois dans la recherche des alcaloïdes cadavériques, mais d'une façon moins nette, parce que là, en général, on n'opère pas avec des résidus aussi purifiés que dans les conditions de nos expériences.

Il n'est pas inutile de faire remarquer que la morphine donne également une coloration violette par le sulfomolybdate; cette coloration est, il est vrai, franchement violette avec cet alcaloïde.

Nous avons répété l'expérience de la même manière et de nouveau obtenu cette base qui se colorait en violet par le sulfomolybdate.

Ces recherches avec le *pyogenès aureus* nous ont montré que ce coccus ne se développe pas lorsqu'il est en contact avec une atmosphère d'acide carbonique ou bien lorsque, comme dans notre expérience, le fœtus est immergé dans le liquide exsudé.

Enfin, le *pyogenes aureus* se développe très facilement sur un appareil milieu. Nous n'avons pas eu le temps d'expérimenter sur des animaux vivants l'influence du passage de tel ou tel microbe pathogène à travers un semblable milieu de culture.

Il nous semble *à priori* que les germes pathogènes doivent trouver sur des fœtus ainsi préparés un terrain bien plus naturel et des avantages tout spéciaux que ne leur offrent pas le bouillon, la gélatine ou la pomme de terre.

Une chose nous a frappé : c'est la grande facilité d'obtenir des cultures sur ce terrain, du moins avec tous les microbes que nous avons essayés. Le bacille typhique s'y développe très activement, et peut-être qu'après son passage sur le fœtus obtiendrait-on de meilleurs résultats dans les tentatives d'inoculation aux animaux.

Dans cette expérience ainsi que dans les suivantes, nous avons eu soin de conserver un fœtus de la même portée comme témoin, et le témoin se conservait en laissant transsuder un peu d'eau sanguinolente, sans jamais donner le moindre signe de putréfaction.

Nous avons inoculé, comme précédemment, un certain nombre de fœtus avec des cultures de :

1° Bacille vert fluorescent liquéfiant;

2° Bacille vert fluorescent non liquéfiant;

3° Bacille d'Eberth;

4° Bacille *coli commune*;

5° Septicémie de Koch.

6° Rouget des porcs;

7° Bactéridie charbonneuse.

Tous ces flacons ont été placés à l'étuve à 38°; dix-huit jours après nous avons examiné les diverses cultures. Il est à remarquer que toutes ces cultures n'ont pas produit de dégagements gazeux appréciables. Il y avait toujours du liquide au fond du ballon, et ce liquide contenait toujours, en grande abondance, les germes qui y avaient été introduits, avec les caractères morphologiques propres à chacun.

Les fœtus qui avaient ainsi servi de milieu de culture n'offraient pas de modifications particulières: c'était toujours la même masse, macérée, flottant sur le liquide transsudé.

A cet état, les fœtus se conservent indéfiniment; nous en avons au laboratoire depuis plus d'un an, qui n'ont pas subi d'altérations sensibles.

Les germes pathogènes que nous avons essayés, ne sont pas des bactéries provoquant la décomposition putride. Ces germes se développent très facilement sur les fœtus; mais, à un moment donné, tout phénomène s'arrête, les germes en question ne trouvant plus les conditions nécessaires à leur développement. Il va sans dire que, pour le *coli commune*, le bacille d'Eberth, comme pour les aérobies, nous faisons

passer, à travers un tube contenant un tampon d'ouate, un courant d'air afin de renouveler l'atmosphère des flacons.

Tous ces résidus ont été traités séparément par la méthode générale, et nous avons obtenu des alcaloïdes à l'état de chlorhydrate.

	Bacille vert fluorescent.	Bacille vert fluor liq.	Bacille d'Eberth.	Bacille <i>coli com- muni.</i>	Bactériodie charbonneuse	Rouget du Porc.	Septicémie de Koch.
Iodure de potassium ioduré.....	précipité	précipité	précipité	précipité	précipité	précipité	précipité
Réactif de Meyer.....	—	—	—	—	—	—	—
Sulfomolybdate.....	néant	néant	néant	néant	col. rosée	néant	néant
Sulfosélénite.....	col. violac.	—	—	—	—	—	—
Acide nitrique 1,4.....	néant	—	—	—	—	—	—
Acide picrique.....	préc. léger	préc. léger	—	—	—	trouble	trouble
Sulfovanadate.....	néant	néant	néant	néant	néant	coloration verdâtre fugace.	—

Les réactifs généraux (iodure de potassium ioduré) ont fourni, dans tous les cas, un précipité indiquant nettement qu'il y avait eu production d'un alcaloïde. Les caractères différentiels que nous avons cherché à établir n'ont pas donné de résultats bien significatifs ; seul, l'acide picrique a fourni un précipité plus ou moins abondant ; mais, soit que la quantité de matière sur laquelle nous avons fait ces essais fût trop faible, soit que les alcaloïdes aient été en trop petites quantités, il nous a été impossible d'obtenir des picrates cristallisés, ce qui nous aurait peut-être procuré le moyen de reconnaître si les bases provenant de ces cultures différaient les unes des autres.

CHAPITRE III.

SUR LA NATURE DES GERMES QUI SE TROUVENT NORMALEMENT DANS L'INTESTIN DE L'HOMME.

La conclusion que nous sommes autorisé à tirer de ces expériences, c'est que les divers micro-organismes étudiés jusqu'ici ne suffisent pas, à eux seuls, à produire des décompositions semblables à celles que l'on observe sur les cadavres.

Il y a, dans la putréfaction cadavérique, d'autres microbes qui entrent en jeu pour amener la désorganisation complète des tissus.

Ces microbes existent-ils normalement dans le corps humain ? Ont-ils leur localisation habituelle dans l'intestin, comme semblent l'admettre la plupart des auteurs ?

Nous n'espérons pas avoir isolé tous les germes qui se trouvent dans le tube intestinal, ni étudié les uns après les autres et leurs caractères biologiques et leur rôle dans les phénomènes de la putréfaction.

Quoique nous ayons consacré à ce genre d'études

près de quatre années, il nous faudrait beaucoup plus de temps encore pour parvenir à isoler toutes les espèces bactériennes et à les étudier une à une.

Ce travail représente un ensemble de faits, dont plusieurs sont à peine à l'état d'ébauche, et à l'étude desquels nous avons l'intention de donner plus de développement dans la suite.

Nous tenons simplement à déclarer, au début de ces recherches, que nous sommes loin de considérer comme étant les seuls agents de la putréfaction les deux ou trois micro-organismes que nous avons isolés. Tout nous porte à croire, au contraire, que beaucoup d'autres espèces concourent, peut-être même plus activement, à la décomposition de la molécule organique.

Pour étudier la nature des germes qui vivent habituellement dans l'intestin de l'homme, nous avons choisi de préférence des sujets ayant succombé à des morts accidentelles. On comprendra l'intérêt qu'il y avait à laisser de côté les individus morts à la suite de maladies; en effet, les germes que, peut-être là aussi, nous aurions rencontrés dans l'intestin auraient pu ne s'y trouver qu'accidentellement.

Nos recherches ont porté sur cinq individus, dont deux avaient succombé à une intoxication par l'oxyde de carbone, deux autres, à des blessures par armes blanches, le cinquième, un cocher, était mort à la suite d'une chute.

L'intestin ayant été ouvert à l'aide de l'entérotome, nous avons gratté avec un fil de platine la paroi

interne du tube intestinal, puis nous avonsensemencé avec le produit résultant du grattage, des tubes contenant de l'eau stérilisée; nous avons pris ensuite 1 centimètre cube de cette eau et l'avons dilué dans 100 centimètres cubes d'eau distillée et stérilisée. Enfin, nous avons pris 1 centimètre cube de ce dernier liquide, pour en faire des ensemencements dans des tubes degélatines et puis des cultures sur plaques :

Une partie des plaques étaient placées dans des cloches dans lesquelles on avait fait le vide.

On avait ainsi, d'une part, les colonies des germes aérobies; de l'autre, celles des germes anaérobies.

Nous avons isolé de la sorte des bactéries, des microcoques et, une fois seulement, des levures.

Les levures appartenaient aux *saccharomyces cerevisiae* et aux *saccharomyces Pastorianus*.

Parmi les microcoques, nous avons isolé *lepyogenes aureus* et un microcoque donnant des colonies jaunes, assez semblables au *pyogenes citreus*.

Enfin, nous avons rencontré divers types du genre bacille.

Nous avons borné nos recherches à l'étude de trois microbes que nous avons toujours rencontrés dans les cinq autopsies pratiquées par nous-même : c'est là la seule raison qui nous ait poussé à les étudier de préférence à d'autres.

Le *coli commune*, ainsi que le bacille vert fluorescent, liquéfiant et non liquéfiant, que nous avons aussi trouvé dans le tube intestinal des cinq individus

autopsiés, ne nous avait pas donné, lors de nos recherches préliminaires, des résultats assez concluants, pour que nous fussions en droit de leur accorder un rôle très actif dans la putréfaction; nous les avons donc également laissés de côté.

Le premier bacille que nous avons isolé est un bacille court, mobile, fournissant des colonies qui liquéfiaient la gélatine, en laissant sur les bords circulaires de la colonie une matière blanchâtre.

En culture sur pomme de terre, on obtient une traînée d'ensemencement jaune clair au début, mais qui, en vieillissant, ne tarde pas à prendre une teinte plus foncée. Sur ce milieu de culture, les bacilles sont plus longs et leurs mouvements plus obtus. La culture dans du bouillon glycérimé répand une odeur *sui generis* et le liquide est franchement acide.

Ce bacille se développe dans le liquide de Raulin, une partie du sucre est détruit. Dans un liquide sucré, la fermentation s'opère assez vite vers 40°; le bacille est beaucoup plus petit et légèrement mobile.

En culture sur des morceaux d'albumine, ce bâtonnet croît abondamment à la surface et n'amène pas la liquéfaction de la partie sur laquelle il se développe.

Lorsqu'il est inoculé à des fœtus, comme nous l'avons déjà expliqué, il se produit, au début de la fermentation, un dégagement assez abondant d'acide carbonique; puis, au bout de quelques jours, tout rentre dans le calme. L'analyse du produit, traité par la méthode générale, nous a fourni les renseignements suivants :

Le chlorhydrate de la base précipité par :

L'iodure de potassium ioduré...	Précipité abondant.
Réactif de Meyer.....	Précipité blanc.
Sulfovanadate.....	Coloration verdâtre.
Acide nitrique dens 1,4.....	Légère coloration rose.
Acide picrique.....	Précipité abondant laissant déposer des cristaux en longs faisceaux soyeux.

Le bacille dont nous venons de signaler quelques caractères principaux n'agit pas directement sur le tissu de l'animal ; il s'est développé dans le liquide qui a transsudé, et le fœtus est resté sensiblement intact, flottant sur le liquide sous-jacent.

Ce liquide, examiné au microscope, nous a montré une très grande quantité de bâtonnets en général trois ou quatre fois plus longs que larges, présentant à leur intérieur de nombreuses vacuoles, comme cela a lieu chez le bacille de la tuberculose (Fig. 1 côté droit).

Transporté sur gélatine, ce bacille nous a offert des caractères semblables à ceux déjà notés.

Le chlorhydrate de cette base n'est pas toxique, car, après l'avoir injecté même au cobaye à doses assez élevées, nous n'avons constaté aucun phénomène d'intoxication.

L'ayant inoculé à nouveau sur un fœtus beaucoup plus gros, nous avons encore obtenu une base dont le chlorhydrate fournissait avec l'acide picrique, un sel parfaitement cristallisé, et dont la forme était identique à celle de la base précédemment isolée.

La coloration verdâtre avec le sulfovanadate était moins nette, tandis qu'au contraire l'acide nitrique

de densité 1.4 produisait une coloration rouge violacée plus vive.

Ce chlorhydrate, évaporé à sec, au bain-marie, dans un verre de montre, rougissait au contact des vapeurs nitreuse, coloration, qui tendaient à disparaître peu à peu.

Nous avons isolé ensuite une autre bactérie très mobile, en général unie deux à deux, dont la longueur (dans une culture faite sur bouillon) était de 6 à 0,8 μ . Les cultures sur plaques ont fourni des colonies jaunâtres, dont les bords présentaient des irrégularités qui, dans la suite, ont formé de véritables prolongements en chapelets, amenant, au bout de quelques jours, la liquéfaction de la gélatine et la production d'une odeur putride.

Les cultures sur pomme de terre offrent un aspect particulier, en ce sens que la culture s'étend assez rapidement sur la surface de la pomme de terre ; ce voile assez résistant est d'un gris sale d'apparence humide et boursoufflé çà et là.

Le blanc d'œuf est un bon milieu de culture ; ce bacille sécrète vraisemblablement une diastase qui détermine la prompte liquéfaction de la matière albuminoïde. Dans ce cas, les bâtonnets sont beaucoup plus longs, filamenteux et paraissent rétrécis en certains endroits.

Le lait,ensemencé avec une culture de ce bacille, ne tarde pas à se coaguler à la température de 37° ; peu à peu, la caséine est dissoute et la matière grasse reste à la partie supérieure, inattaquée.

Le sucre est également détruit peu à peu avec production d'acide carbonique et d'hydrogène ; il n'y a pas de dégagement d'hydrogène sulfuré.

Les inoculations faites à des fœtus ont amené, au bout de huit jours, la liquéfaction de la plus grande partie du tissu musculaire ; les viscères étaient complètement détruits et liquéfiés. Ce bacille est aérobie, et, si l'on n'a pas soin de renouveler l'air des flacons, la fermentation s'arrête bientôt.

Ces caractères nous permettent de le rapprocher du *bacille vulgaris* de Hauser (*Proteus vulgaris*).

Les résidus de la culture ont fourni une huile grisâtre, soluble dans l'éther, brunissant assez rapidement à l'air, ne présentant pas les réactions des alcaloïdes, non toxique et répandant une odeur infecte.

Ce produit huileux rougissait par les acides chlorhydrique, sulfurique et nitrique ; avec ce dernier acide, en particulier, la coloration est d'un rouge intense. L'acide picrique ne précipite pas et ne donne pas de combinaison cristallisée.

L'étude de ce produit n'est pas encore suffisamment avancée pour que nous soyons en mesure d'en parler plus longuement ; on en recueille, d'ailleurs, de très petites quantités dans des expériences comme celles que nous avons instituées.

Par le traitement à l'alcool amylique, on obtient un chlorhydrate qui précipite par :

Le réactif de Meyer.....	Précipité blanc.
Iodure de potassium ioduré...	Précipité abondant.

Sulfovanadate.....	Coloration bleue, fugace.
Sulfomolybdate.....	Coloration lie de vin.

A côté de ce bacille, nous en avons rencontré un autre qui offre tous les caractères du bacille de Hauser, mais qui est moins exigeant à l'égard de l'oxygène; il formait des colonies tout à fait semblables à celles du précédent; nous n'avons pu lui découvrir des caractères morphologiques distinctifs autres que sa propriété d'être un aérobie facultatif.

Les cultures sur des fœtus se font très bien à la température de 40°, avec dégagement abondant d'acide carbonique.

Quinze jours plus tard, presque toute la matière organique est détruite; seulement, on trouve, dans le liquide des particules brunâtres en suspension; si on laisse reposer le flacon, il se produit une séparation, et la partie supérieure du liquide prend une teinte jaune clair, répandant, lorsqu'on ouvre le flacon, une odeur infecte.

Ce résidu est alcalin; en le traitant par les dissolvants appropriés, on sépare une matière huileuse, offrant les mêmes propriétés que celle que nous avons signalée chez le bacille précédent; en outre, il y a une base dont le chlorhydrate fournit un abondant précipité avec les réactifs généraux. Le sulfovanadate n'a pas donné de réaction; le sulfomolybdate, seul, a donné une coloration légèrement rosée.

Nous ne pouvons savoir si ce bacille est différent du premier. Nous pensons, néanmoins, que sa propriété d'être un aérobie facultatif est peut-être suffi-

sante pour que nous le considérions comme très voisin du bacille de Hauser.

Enfin, nous avons isolé un bacille que nous avons rencontré dans les cinq autopsies. Ce bacille est



(Fig. 4.)

franchement anaérobie; il a l'aspect d'un clou (Fig. 4, côté gauche). On trouve dans les cultures sur bouillon, ou mieux dans du sang, des petits bâtonnets, dont souvent une des extrémités est renflée; d'autres fois, on rencontre seulement des bâtonnets un peu plus longs que ceux en forme de clou; enfin, dans la préparation, à côté de ces deux formes, on trouve des spores brillantes.

La forme en clou ne se présente que dans des cultures d'un certain âge; au début, on ne rencontre que des bâtonnets; peu à peu, ces bâtonnets, en grandissant, se renflent par le milieu, puis se séparent en deux, dont l'un offre alors la forme en clou, tandis que l'autre continue à se développer pour répéter les mêmes phénomènes.

La forme en clou ne tarde pas à abandonner la spore qu'elle possède à son extrémité; elle reproduit dans la suite d'autres bâtonnets renflés par le milieu etc.

Ces spores, lorsqu'elles sont mises en culture, fournissent, au début, des bacilles qui peuvent prendre des aspects assez variés, tels que celui de navettes ou de petites massues; mais plus tard, lorsque la culture est un peu plus avancée, on ne trouve plus que des bacilles simples, avec quelques germes seulement en forme de clou.

Cette bactérie,ensemencée dans de la gélatine, fournit des colonies qui produisent, par le dégagement gazeux, de petites lentilles. Ces colonies présentent l'aspect des colonies du vibrion septique cultivé de la même manière.

Si l'onensemence un fœtus avec une culture dans du bouillon, suivant des conditions identiques à celles que nous avons déjà énumérées pour les autres expériences, en ayant soin seulement de remplacer l'air du flacon par de l'acide carbonique, ce fœtus ne tarde pas à se développer; toute la masse musculaire est liquéfiée, et, en moins de quatre jours, un fœtus

sante pour que nous le considérions comme très voisin du bacille de Hauser.

Enfin, nous avons isolé un bacille que nous avons rencontré dans les cinq autopsies. Ce bacille est



(Fig. 1.)

franchement anaérobie; il a l'aspect d'un clou (Fig. 1, côté gauche). On trouve dans les cultures sur bouillon, ou mieux dans du sang, des petits bâtonnets, dont souvent une des extrémités est renflée; d'autres fois, on rencontre seulement des bâtonnets un peu plus longs que ceux en forme de clou; enfin, dans la préparation, à côté de ces deux formes, on trouve des spores brillantes.

La forme en clou ne se présente que dans des cultures d'un certain âge; au début, on ne rencontre que des bâtonnets; peu à peu, ces bâtonnets, en grandissant, se renflent par le milieu, puis se séparent en deux, dont l'un offre alors la forme en clou, tandis que l'autre continue à se développer pour répéter les mêmes phénomènes.

La forme en clou ne tarde pas à abandonner la spore qu'elle possède à son extrémité; elle reproduit dans la suite d'autres bâtonnets renflés par le milieu etc.

Ces spores, lorsqu'elles sont mises en culture, fournissent, au début, des bacilles qui peuvent prendre des aspects assez variés, tels que celui de navettes ou de petites massues; mais plus tard, lorsque la culture est un peu plus avancée, on ne trouve plus que des bacilles simples, avec quelques germes seulement en forme de clou.

Cette bactérie,ensemencée dans de la gélatine, fournit des colonies qui produisent, par le dégagement gazeux, de petites lentilles. Ces colonies présentent l'aspect des colonies du vibron septique cultivé de la même manière.

Si l'on ensemence un fœtus avec une culture dans du bouillon, suivant des conditions identiques à celles que nous avons déjà énumérées pour les autres expériences, en ayant soin seulement de remplacer l'air du flacon par de l'acide carbonique, ce fœtus ne tarde pas à se développer; toute la masse musculaire est liquéfiée, et, en moins de quatre jours, un fœtus

Acide pierique.....	—	Précipité cristal.
— sulfurique.....	—	Néant.
— citrique.....	—	—
— sulfurique nitri- que.....	—	Coloration vio - lette (?)
— iodique.....	—	Néant.
Vapeurs de brome.....	—	Coloration jaune.
Acide sulfurique et eau.. de brome.....	—	Coloration viola - cée.
Eau de chlore.....	—	Néant.
Réactif de Brouardel.. Boutmy.....	—.....	Précipité abon - dant.

Les cultures de ce bacille présentent une réaction légèrement alcaline. Lorsqu'on ensemence du lait avec ce bacille en forme de clou, on voit bientôt le lait se prendre en caillot; mais la caséine se dissout très lentement et la liquéfaction n'est jamais complète; on trouve, au fond du ballon, des fragments de caséine non détruite. Le liquide est surmonté d'une couche assez épaisse de matière grasse, qui n'est pas non plus attaquée.

Le lait ayant ainsi servi de culture exhale une odeur particulière, rappelant d'assez près celle de la pomme. Le liquide contient de l'alcool, de la leucine (?) de l'acétate d'ammoniaque, surtout dans des cultures anciennes.

Nous ne croyons pas que ce microbe appartienne aux ferments butyriques; il semble plutôt se rapprocher du genre *tyrothrix*, et plus spécialement du *tyrothrix claviformis* de Duclaux.

Les deux bacilles que nous avons isolés offrent, comme nous l'avons dit, des analogies frappantes, l'un avec le *bacillus vulgaris* de Hauser, l'autre

avec le *tyrothrix claviformis* de Duclaux. Ces analogies, toutefois, peuvent paraître insuffisantes et mériter même une dénomination plus particulière. Mais en l'espèce, cela n'a qu'un intérêt secondaire. Puisque nous avons signalé les conditions dans lesquelles les cultures ont été faites et les caractères qu'offraient ces cultures, nous jugeons inutile de les spécifier autrement.

Dans les expériences qui suivirent, nous avons opéré sur une plus grande quantité de matière; aussi, avons-nous été obligé d'abandonner le milieu de culture qui nous avait déjà servi à opérer avec du sang de veau.

Dans des ballons stérilisés, à l'abattoir de la Villette, nous avons recueilli du sang de veau au moment où l'on abattait de ces animaux. Ce sang a ensuite été transvasé, au laboratoire, dans un ballon de 5 litres, stérilisé; puis on l'a additionné de 50 centimètres cubes environ d'un bouillon de *tyrothrix claviformis*.

Le ballon était fermé avec un bouchon percé de trois trous; dans l'un des trous passait un thermomètre, les deux autres orifices contenaient des tubes à dégagement; l'un communiquait avec des flacons laveurs renfermant de la potasse, du chlorure cuivreux, etc., etc., l'autre se rendait directement à la cuve à mercure.

Le ballon était chauffé au bain-marie à 40°, et la température était maintenue constante au moyen d'un régulateur à gaz.

Nous avons ensuite remplacé l'air du ballon par de l'acide carbonique.

Quarante-huit heures après, les caillots du sang commençaient à perdre leur forme anguleuse et tendaient à se modifier. Peu à peu, en effet, au fur et à mesure que le gaz se dégageait et que la fermentation s'accomplissait, les caillots disparaissaient.

Six jours plus tard, l'analyse des gaz a fourni des traces d'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique et de l'hydrogène libre.

Acide carbonique.....	69,80
Acide sulfurique.....	0,77
Hydrogène.....	22,34
Oxygène.....	»
Azote.....	7,09
	100,00

Il n'y avait pas d'hydrogène phosphoré, pas de carbures d'hydrogène (1). Dans la suite, le volume gazeux qui passait était presque uniquement composé d'acide carbonique et le taux d'hydrogène décroissait continuellement.

Au bout de dix-huit jours, nous avons examiné une goutte du liquide, et nous avons rencontré cette bactérie, soit en forme de clou, soit en forme de bâtonnets accolés deux à deux, ou soit à l'état de spore brillante.

(1) Il n'y avait pas d'acétylène ; en effet, en faisant passer l'étincelle de la bobine d'induction après que le gaz avait été privé de son acide carbonique et de son acide sulfhydrique, nous n'avons pas constaté la production d'acétylène. En dosant l'hydrogène par l'explosion avec de l'oxygène, nous avons obtenu un changement de volume, volume qui ne variait pas après l'addition de potasse.

Tout le sang était liquide, *rouge* ; il répandait une odeur infecte ; une certaine quantité a été mise de côté dans un ballon stérilisé de 500 centimètre cubes environ, pour faire agir dans la suite de la bacille de Hauser.

Tout le liquide putride, soit 3 litres et demi environ, a été additionné de trois fois son volume d'alcool à 90° ; le précipité a été recueilli et lavé par de l'alcool.

Le résidu alcoolique a été distillé dans le vide à 40° et ramené au volume de 500 centimètres cubes à peu près. Ce résidu a ensuite été évaporé dans le vide à froid, puis repris par un peu d'eau distillée, et ensuite traité par l'éther et tous les dissolvants de la méthode générale si souvent mentionnée déjà.

La solution étherée alcaline nous a fourni une base huileuse grise, noircissant à l'air, précipitant par l'iodure de potassium ioduré et produisant, avec l'acide nitrique de densité 1.4 une coloration rouge pourpre. Cette coloration rouge était beaucoup moins intense avec les acides chlorhydrique et sulfurique.

L'alcool amylique en solution acide nous a donné un chlorhydrate précipitant abondamment avec le réactif de Meyer, l'iodure de potassium (1). Ce chlo-

(1) Cette base est très toxique. L'injection hypodermique, faite à un cobaye avec une solution très étendue, amène très rapidement la paralysie. Cette paralysie débute par les membres postérieurs, puis gagne peu à peu les membres antérieurs. Ces phénomènes sont assez rapides (moins de vingt minutes) ; puis surviennent des mouvements tétaniques, des convulsions et l'animal succombe en moins d'une heure.

hydrate de ptomaïne se colorait en violet par le sulfosélénite et en vert sale par le sulfo vanadate.

L'acide picrique précipitait abondamment, et, par des cristallisations successives, nous avons pu obtenir des cristaux bien nets et *absolument semblables* à ceux que nous avons déjà obtenus avec le même microbe dans d'autres conditions (Fig. 2).

Le chloroplatinate de cette base est cristallisé en



(Fig. 2.)

petits amas, mamelonnés, tout à fait caractéristiques.

Les 500 centimètres cubes que nous avons mis de côté dans un ballon ont été soumis à l'influence d'un courant d'air qui traversait en barbotant dans le liquide.

A cet effet, le ballon était muni d'un bouchon percé de deux trous ; par l'un des trous passait un

tube de verre qui plongeait par une de ses extrémités jusqu'au fond du ballon, tandis que l'autre extrémité était garnie d'un tampon d'ouate.

Par l'autre trou passait un tube de verre qui était relié à la trompe à l'aide d'un caoutchouc.

En pratiquant le vide et en réglant le débit, on faisait passer ainsi de l'air pur.

Après avoir laissé fonctionner l'appareil pendant quelque temps, nous y avons introduit quelques centimètres cubes d'un bouillon contenant le bacille que nous croyons devoir identifier avec le *bacillus vulgaris* de Hauser.

Nous avons abandonné la fermentation à la température du laboratoire. Vingt-quatre heures après, le sang avait pris un aspect verdâtre, couleur qui n'a fait que s'accroître jusqu'à la fin, pour devenir d'un vert très sombre.

Il s'est déposé, au bout de quinze jours, un enduit noirâtre sur la paroi du ballon; en inclinant le ballon, on pouvait s'assurer que la partie supérieure du liquide était beaucoup plus claire, tandis que le fond contenait un dépôt très abondant.

En examinant au microscope une goutte du liquide, on y aperçoit de nombreux bâtonnets, présentant l'aspect de petites échelles; ces bâtonnets étaient mêlés à des quantités considérables de spores; nous n'avons pas rencontré de germes en forme de clou. Ces derniers se trouvaient au fond du ballon, dans l'enduit noirâtre qui le tapissait. Le *tyrothrix*

avait, en quelque sorte, cédé la place au nouveau venu.

Ce liquide, épuisé par les dissolvants, ne nous a pas donné, avec l'éther, ce produit huileux que nous avons signalé précédemment.

L'éther en solution alcaline a opéré la dissolution de presque tous les produits alcaloïdiques qui se trouvaient dans le liquide putride.

Le chlorhydrate alcaloïdique se précipitait par l'iodure de potassium ioduré, le réactif de Brouardel-Boutmy, le réactif de Meyer. Le sulfosélénite produisait une coloration bleue, très légère et fugace; les autres réactifs colorés n'ont pas donné de résultats.

L'acide picrique provoquait un précipité peu abondant et qui cristallisait en aiguilles soyeuses.

Le résidu contenait de très grandes quantités de chlorhydrate d'ammoniaque, et il est probable que, si nous avions laissé la *putréfaction* agir plus longtemps, nous n'aurions plus rencontré de base alcaloïdique.

Maintenant que nous avons énuméré les principales expériences auxquelles nous nous sommes livré sur ce sujet, nous devons essayer de résumer brièvement les différents faits que nous avons eu occasion d'observer.

Ces expériences semblent établir que les microbes que nous considérons comme analogues au *bacillus vulgaris* de Hauser et au *tyrothrix claviformis* de Duclaux sont susceptibles, lorsqu'ils sont associés, ainsi que nous l'avons fait, d'amener la dislocation

de la molécule organique, d'en modifier l'aspect et la nature, et de transformer les produits si complexes de la matière albuminoïde en corps beaucoup plus simples.

Ces germes, cultivés séparément, sont impuissants à faire descendre la matière organique au delà d'une certaine limite.

Tous deux, il est vrai, produisent des gaz dont la composition est identique; mais le volume de ces gaz n'est pas de même ordre dans les deux cas.

Vers la fin de l'opération, on trouve de l'acide carbonique presque pur dans les deux cas; mais la production intermédiaire d'hydrogène n'est pas aussi grande chez l'un qu'elle l'est chez l'autre, au bout du même nombre de jours.

Si nous passons aux alcaloïdes, nous voyons que les bases n'offrent pas les mêmes caractères; le picrate d'une des bases fournie par le *bacillus vulgaris* n'est pas le même que celui du *tyrothrix claviformis*, et cela quel que soit le milieu de culture.

Si on fait agir successivement les deux microbes sur le même milieu, on obtiendra d'autres corps, qui paraissent beaucoup plus brûlés et dont les bases alcaloïdiques sont encore différentes des premières.

Il est facile de se rendre compte de toute l'importance qu'il y a, dans la pratique, à favoriser telle ou telle espèce bactérienne, soit aérobie, soit anaérobie, pour pouvoir amener le plus rapidement possible la désorganisation de la matière organique.

On conçoit avec quel soin il faut écarter toutes

les causes capables d'arrêter ou d'empêcher le développement de ces germes, si l'on veut que la matière organique soit au plus vite réduite en ses éléments les plus simples.

Nous revenons à présent sur les observations, que nous avons signalées au commencement de ce travail, en particulier, sur celles qui ont été faites, soit au cimetière d'Ivry, soit au cimetière de Saint-Nazaire.

Nous avons, et cela était inévitable, indiqué déjà au début, le sens des résultats que nous donnons en ce moment; mais il n'est pas superflu d'insister sur tous ces phénomènes en général.

Lorsque les cadavres inhumés sont placés, soit par suite de la nature du sol trop compact ou trop humide, soit par l'emploi des cercueils hermétiquement clos, des mixtures antiseptiques, dans des conditions telles que les germes aérobies ne peuvent y pénétrer, ils ne se décomposeront pas.

La fermentation aérobie est donc l'agent *indispensable* pour ramener en dernier lieu la matière organique à des éléments beaucoup plus simples.

En conséquence, il est de toute nécessité de favoriser l'apparition de ces germes et leur développement dans la suite; c'est pourquoi, comme nous le disions au début de ce travail, la putréfaction d'un cadavre à l'air libre sera toujours beaucoup plus rapide que dans n'importe quelle autre condition. (sauf dans les cas de momification.)

Dans les inhumations telles qu'elles sont actuelle-

ment pratiquées, les cadavres sont placés la plupart du temps dans des conditions détestables. Nous ne parlons pas des cadavres inhumés dans des cercueils doubles en plomb; dans ce cas, nous nous trouvons en présence d'une putréfaction en vase clos, par conséquent, à l'abri de l'action des aérobies, et la décomposition s'arrête alors à un certain stade, pour y demeurer presque perpétuellement.

La question qui intéresse les municipalités et l'hygiène publique, c'est celle des inhumations temporaires, des fosses communes, où la quantité de corps enfouis dans le sol peut être plus ou moins grande en un temps donné, et où la décomposition de ces corps doit être aussi prompte que possible, afin de permettre la « reprise des lignes ».

Comme nous le disions, les cadavres inhumés de la sorte sont presque toujours placés dans de mauvaises conditions; l'usage veut que les cadavres soient habillés, enveloppés d'un linceul ou d'une serpillière. On emploie aussi, dans un but facile à comprendre, des mélanges de sciure de bois, de son, de poudre de charbon, additionnés très souvent d'acide phénique, d'essence de mirbane, etc., etc.; nous avons vu les effets désastreux de ces pratiques. Il faudrait, au contraire, que les corps fussent placés nus dans un cercueil en volige, sans mixture ou seulement en présence d'une très légère couche de sciure de bois, et, en tout cas, cette sciure de bois devra être privée de toute substance antiseptique; en cela, nous confirmons entièrement l'opi-

nion de MM. Brouardel, Du Mesnil et J. Ogier.

Toutes les coutumes actuelles ne font que retarder la putréfaction, tandis qu'il serait nécessaire de l'aider par tous les moyens possibles.

Nous venons de signaler les points essentiels, à notre avis, pour obtenir le résultat désiré; mais il en existe un autre dont l'importance est aussi grande; et cet autre point, le voici :

Doit-on laisser au hasard de la fermentation putride spontanée le soin de désorganiser la matière organique? Doit-on abandonner ainsi l'ensemencement de ces quantités plus ou moins grandes de substance organisée à des microbes quelconques, existant soit dans le sol, soit dans l'air?

L'industrie, autrefois, agissait d'une façon non moins empirique lorsqu'elle laissait fermenter spontanément l'alcool pour en faire du vinaigre, le moût pour avoir de la bière. L'étude approfondie de tous ces phénomènes a démontré, grâce aux remarquables travaux de Pasteur, qu'il était important de ne pas livrer aux hasards des ensemencements spontanés la fabrication du vinaigre, de la bière, etc.

Voudrions-nous croire qu'on devrait soumettre les cadavres, avant l'inhumation, à une espèce d'ensemencement d'un ou de plusieurs microbes *ptomato-phages*, dont les caractères biologiques seraient tels que cette quantité de matière organique pourrait être plus vite ramenée en ses éléments principaux, acide carbonique, eau et nitrates? Pourquoi pas? Nous n'apercevons pas bien quelles seraient les raisons de

nature à nous faire croire que nous nous berçons d'idées absolument chimériques.

Nous savons que l'activité de la décomposition due à l'action des micro-organismes, est quelquefois telle, dans d'autres phénomènes, que les conclusions que nous venons de formuler n'ont rien d'impossible.

Pour n'en citer qu'un exemple, nous rappellerons la puissance de décomposition que possède la levure de bière, qui peut transformer, en huit jours au plus, un mètre cube de moût renfermant 100 kilogrammes de glucose, soit, par an, plus de 4,500 *kilogrammes de matière organique*.

Nous avons vu avec quelle rapidité les deux bacilles (de Hauser et *le tyrothrix claviformis*) transformaient, en se liquéfiant, une assez grande quantité de matière organique.

L'injection sous-cutanée de bouillon de culture du *bacillus vulgaris* de Hauser produirait chez un cadavre des résultats certainement analogues, et nous sommes persuadé que le *bacillus vulgaris* transformerait une pareille masse de matière organique en ses éléments primitifs avec une suffisante rapidité, laquelle, en tous cas, serait de beaucoup supérieure à celle qui existe dans la putréfaction spontanée des cadavres.

FIGURE 4.

Jean-François S., 68 ans.

Tuberculose pulmonaire.

Décédé le 31 décembre 1883, *hôpital de la Pitié.*

Inhumé le 4 janvier 1884.

Exhumé le 29 avril 1885.

Durée de l'inhumation : **17 mois.**

Bière ordinaire.

Pas de mixture.

Terrain glaisé.

Ce cadavre n'a pas été entouré d'une serpillière. Liquide abondant dans la bière. — A l'ouverture de la bière, odeur fétide très prononcée.

Le corps est transformé complètement en gras de cadavre et a un aspect rosé.

Les muscles, qui au moment de la section sont rouges, prennent immédiatement après la section une couleur noire.

A l'autopsie, le péritoine est trouvé bien conservé, les intestins aplatis dans la cavité du petit bassin, le foie est à l'état lamelleux.

Les poumons sont aplatis, le poumon gauche très adhérent. Le cœur est d'aspect reconnaissable, lamelleux, rouge dans ses cavités et à sa partie postérieure

A la place du rein, qui a disparu, on trouve un liquide jaunâtre.

Transformation des muscles de la cuisse en gras de cadavre très complète.

FIGURE 5.

Georges F., 29 ans.

Tuberculose pulmonaire.

Décédé le 14 mai 1883, *hôpital Lariboisière.*

Inhumé le 19 mai 1883.

Exhumé le 29 avril 1885.

Durée de l'inhumation : **23 mois.**

Bière ordinaire.

Pas de mixture.

Terrain naturel.

Bière recouverte de moisissures à sa partie inférieure, légèrement enfoncée au niveau des pieds du cadavre.

On constate quelques traces de liquide sur le sol au bord de la fosse.

Le cadavre a été inhumé sans serpillière. Le décharnage est complet. Les pièces du squelette sont maintenues en place par une bouillie noirâtre assez compacte. Les ligaments péri-articulaires non détachés s'enlèvent facilement.

FIGURE 6.

Antoine V., 30 ans.

Cachexie tuberculeuse.

Décédé le 9 mai 1883, *hôpital Saint-Antoine*

Inhumé le 19 mai 1883.

Exhumé le 29 avril 1885.

Durée de l'inhumation : **23 mois.**

Bière ordinaire.

Pas de mixture.

Terrain naturel.

Cadavre enveloppé dans une serpillière. Les os jaunes, dissociés sont absolument débarrassés des parties molles, les ligaments ont disparu.

La serpillière se déchire au toucher. — La bière est entr'ouverte au niveau de la tête.

On constate l'existence d'un peu de liquide dans la bière, d'où se dégage une odeur ammoniacale très prononcée.

FIGURE 7.

Gabriel F., 37 ans.

Tuberculose pulmonaire.

Décédé le 16 mai 1883, *hôpital Lariboisière.*

Inhumé le 21 mai 1883.

Exhumé le 29 avril 1885.

Durée de l'inhumation : **2 ans.**

Bière ordinaire.

Pas de mixture.

Terrain naturel.

La bière est bien conservée ; elle présente la déformation normale, elle est légèrement disjointe au niveau de la tête et a donné passage à un peu de terre.

Le sol de la fosse sur lequel reposait la bière ne porte aucune trace de souillure.

Le cadavre est exactement réduit à l'état de squelette dont toutes les parties disjointes sont comme appliquées sur le fond du cercueil.

Plus de parties molles.

Plus de mouches.

Pas d'odeur.

FIGURE 8.

Charles J., 70 ans.

Tuberculose.

Décédé le 2 septembre 1883, *hôpital Lariboisière.*

Inhumé le 6 septembre 1883.

Exhumé le 13 mai 1885.

Durée de l'inhumation : **20 mois.**

Bière ordinaire.

Terrain naturel.

*Mixture acide phénique,
acide salicylique, chlorure
de méthyle.*

Bière bien conservée. La terre au fond de la fosse au-dessous de la bière n'est pas humide.

La sciure imbibée de la mixture recouvre la totalité du cadavre, à l'exception des mains et des pieds, du sternum et de la partie supérieure de l'abdomen. Les deux tiers de la face sont également découverts.

Le cadavre est comme moulé dans la bière. Les parties qui émergent de la mixture sont à l'état de gras de cadavre. Les parties molles de l'avant-bras et de la main ont disparu, les os sont complètement à nu.

La région sternale est à l'état de gras de cadavre. La face noirâtre, la barbe est visible, nullement adhérente. Les poumons, d'aspect à peu près, normal sont encore crépitants.

Les fibres musculaires du cœur sont bien conservés; les parois de cet organe ont presque l'épaisseur normale.

On ne constate pas la présence de mouches à l'extérieur.

FIGURE 9.

Martin R., 21 ans.

Fracture du bassin.

Décédé le 5 avril 1883, *hôpital Lariboisière.*

Inhumé le 9 avril 1883.

Exhumé le 5 mai 1885.

Durée de l'inhumation : **25 mois.**

Bière ordinaire.

Mixture au salicylate de méthyle.

Terrain naturel.

A l'ouverture de la bière, une odeur ammoniacale très prononcée se dégage de ce cadavre, qui est réduit à l'état de squelette dans toute la partie supérieure du tronc, qui n'est pas recouverte de mixture.

Cette substance s'étant accumulée vers la partie inférieure, probablement dans le transport de la bière.

Au niveau de l'abdomen, les masses musculaires sont à l'état de gras de cadavre, le foie, les intestins sont reconnaissables.

Les muscles des cuisses, qui ont également subi la transformation grasseuse, présentent à la coupe une surface rosée.

FIGURE 10.

Éléonore R., 40 ans.

Tuberculose pulmonaire.

Décédée le 9 juin 1883, *hôpital Saint-Antoine.*

Inhumée le 13 juin 1883.

Exhumée le 6 mai 1885.

Durée de l'inhumation : **23 mois.**

Bière ordinaire,

Terrain naturel.

*Mixture : acide phénique,
essence mirbane.*

Ce cadavre, mis en bière dans une quantité considérable de sciure de bois très tassée, en est totalement recouvert. Cette sciure constitue une couche très adhérente à la surface du corps, prise en masse dans les quatre cinquièmes de la bière : elle a conservé son aspect et demeure en poussière dans le cinquième inférieur.

Le cadavre, débarrassé de cette sciure, se présente à l'état de momie. Les cavités thoraciques et abdominales sont fermées par les parties molles parcheminées. Le sternum est légèrement déprimé. Les seins font saillie à droite et à gauche.

Quand on sépare les bras du corps, auquel ils sont accolés on constate que la partie interne des membres supérieurs est constituée par du gras de cadavre humide.

Le relief des muscles des membres inférieurs est conservé.

Le cou, la face, sont recouverts de leurs parties molles parcheminées; il n'existe sur toute la surface du corps aucune solution de continuité du tégument externe.

Le cadavre, d'un aspect brun noirâtre, a l'aspect d'un corps qui aurait été exposé pendant quelques instants à une température très élevée ayant rapidement desséché la peau.

A l'autopsie, on constate :

1° Que les poumons à l'état lamelleux sont d'aspect très reconnaissable;

2° Le larynx est bien conservé, les cartilages qui le constituent sont intacts;

- 3° Le cœur est à l'état de bouillie rosée ;
 - 4° Les intestins, aplatis, sont très bien conservés ;
 - 5° Les masses musculaires, complètement décolorées, transformées en gras de cadavre, offrent à la section l'aspect d'un morceau de bois pourri.
- L'odeur qui se dégage de ce cadavre est très fétide.

FIGURE 11.

Étienne C., 67 ans.

Affection du cœur.

Décédé le 22 avril 1883.

Inhumé le 24 avril 1883.

Exhumé le 13 mai 1885.

Durée de l'inhumation : **24 mois et demi.**

Bière ordinaire.

Terrain naturel.

Mixture à l'acide salicylique.

La sciure, imbibée de mixture, est peu abondante ; elle a été peu tassée. La surface du corps est à peu près découverte ; pas de serpillière. Toutes les parties découvertes sont revêtues d'une couche de champignons blancs.

La cavité thoracique, pas plus que la cavité abdominale, qui est déprimée, ne sont ouvertes. Le cou est bien dessiné. Ce cadavre a une tendance générale à la momification. Les parties molles sont résistantes, comme parcheminées, notamment les muscles des cuisses.

La décomposition des organes splanchniques est très avancée, surtout celle du foie. Les reins sont relativement bien conservés.

On ne trouve pas de mouches dans la bière.

FIGURE 12.

Eugène H., 67 ans.

Phtisie pulmonaire.

Décédé le 17 septembre 1883, *Hôtel-Dieu*.

Inhumé le 20 septembre 1883.

Exhumé le 27 mai 1885.

Durée de l'inhumation : 20 mois

Bière ordinaire.

Terrain naturel.

Mixture au sulfate de fer.

Terrain naturel.

Mixture au sulfate de fer.

Bière en bon état. Terre adhérente aux parois de la bière.
Sol sec au-dessous de la bière.

A l'ouverture de la bière, on constate que la sciure imbibée de mixture recouvre la totalité du corps, à l'exception d'une partie de la tête et de l'extrémité des pieds.

Il s'en dégage une odeur ammoniacale très prononcée. Cage thoracique, parois abdominales intactes.

Les parties molles de différentes régions ont conservé leur souplesse.

Les poumons sont d'un gris-bleu, non affaîssés et adhérents par des brides rougeâtres, humides. Cœur également bien conservé. Foie vert. Reins méconnaissables. Muqueuse de l'estomac non détruite.

Parois de l'estomac, vessie bien conservées. Verge, scrotum, bien conservés. Les membres inférieurs sont momifiés.

FIGURE 13.

Auguste L., 36 ans.

Fracture du crâne.

Décédé le 23 septembre 1884, *hôpital de la Charité.*

Inhumé le 27 septembre 1884.

Exhumé le 25 avril 1885.

Durée de l'inhumation : 7 mois.

Inhumation dans une bière garnie de carton bitumé, de charbon et d'un suaire imbibé d'une solution de sulfate de zinc.

La bière du fond, de laquelle sort un peu de liquide est dans un bon état de conservation. Elle renferme une notable quantité d'un liquide noir, un litre environ.

Le suaire, en linge fin, est recouvert de moisissures bleuâtres et de petites mouches noires. Le linceul ouvert, le

cadavre apparaît très à l'étroit dans la bière. Les parties molles de la face ont disparu. La peau a conservé sur toute l'étendue de la surface du corps à peu près son aspect normal. Les masses musculaires paraissent avoir gardé leur volume et leur relief.

A la section, les muscles sont facilement reconnaissables, car tissu paraît peu altéré. Malgré cet état de conservation apparent, les émanations fétides qui se dégagent de ce cadavre sont très prononcées.

Les poumons et les reins ont conservé leur aspect normal. Le cœur, passé à l'état de membrane, est ouvert et à sa surface interne ont rouvé, au niveau des valvules, un liquide légèrement rosé. Le péritoine, infiltré d'une graisse, paraît être dans un état parfait de conservation. Les intestins sont complètement aplatis les uns sur les autres; leurs tissus ne paraissent pas altérés. Dans les reins, qui sont examinés, on reconnaît, aussi facilement qu'à une époque très rapprochée de la mort, les divers éléments anatomiques qui les constituent.

FIGURE 14.

Jeanne Ch., 31 ans.

Tuberculose pulmonaire

Décédée le 1^{er} novembre 1884.

Inhumée le 6 novembre 1884.

Exhumée le 14 novembre 1886.

Durée de l'inhumation : 2 ans.

Le corps a été placé dans une bière en chêne, garnie de toile caoutchoutée et recouvert d'une mixture dont la composition est la suivante :

Acide phénique.....	2 litres.
Salicylate de méthyle.....	40 grammes.
Sciure de bois.....	1 hectolitre.

Dans la fosse, on ne voit pas trace d'écoulement de liquide sur le sol où reposait la bière. Le couvercle est disjoint, un peu de terre a pénétré dans la bière, dont les parois sont intactes. A l'ouverture de la bière on constate :

Que la toile caoutchoutée qui garnit les parois de la bière a conservé sa blancheur normale.

La sciure de bois qui recouvre toute la surface du corps, excepté la partie du visage correspondant à l'orifice buccal et du nez, est sèche, blanche, non prise en masse, absolument dans le même état qu'au moment où elle a été mise dans la bière.

Le cadavre est dans un état parfait de conservation; la peau est partout recouverte de son épiderme, excepté sur la portion de la face qui n'était pas recouverte de sciure et où les parties molles sont recouvertes d'un masque de moisissures.

Odeur très faible. Les cavités thoraciques et abdominales sont fermées, les parties molles sont amincies, mais ont conservé leur aspect normal.

A l'autopsie, on constate que :

1° Les poumons ont à peu près leur couleur et leur volume normal. A la section, on trouve au sommet des cavernes;

2° Le foie, légèrement diminué de volume, est coupé en tranches qui surnagent dans le liquide où elles sont plongées. Les coupes du foie sont d'un rouge pâle;

3° Le cœur est très bien conservé; on en reconnaît facilement les valvules;

4° La rate, les reins sont en bon état; il en est de même de l'utérus.

Rien ne dénote que la destruction de ce cadavre doive se produire dans un temps plus ou moins éloigné.

Le poids du corps, qui était de 32 kilogrammes lors de l'inhumation, est de 30 kilogrammes le jour de l'exhumation.

CONCLUSIONS

1. *Dans les conditions de nos expériences, les dégagements gazeux produits par la fermentation putride sont composés d'acide carbonique, d'hydrogène libre, d'hydrogène sulfuré.*

2. *La présence de carbures d'hydrogène semble devoir son origine à des causes accidentelles, indépendantes de la fermentation cadavérique.*

3. *Il ne se produit pas de gaz toxiques à proprement parler.*

4. *Si, dans le voisinage des anciens charniers, et surtout alors que les inhumations se faisaient dans les églises, on a pu observer des accidents résultant du dégagement des gaz produits de la putréfaction, ces dangers sont devenus absolument illusoires aujourd'hui que ces gaz se répandent à l'air libre, bien que les prescriptions des articles 4, 5, 6 du titre 1^{er} du*

décret du 23 prairial an XII ne soient strictement exécutées.

5. *Les gaz délétères ou gênants, produits de la décomposition des cadavres inhumés à 1^m,50 n'arrivent pas à la surface du sol.*

6. *Les épidémies signalées au siècle dernier et au commencement de notre siècle, et dont on attribuait l'éclosion à des fouilles pratiquées dans les cimetières, ne reposent sur aucun fait précis et rigoureusement scientifique.*

7. *L'air des cimetières intra-muros ne contient pas plus de germes en suspensions que l'air d'une autre partie quelconque de la ville.*

8. *Les germes pathogènes ainsi recueillis sont extrêmement peu nombreux et la cause de leur destruction résulte en grande partie de l'action des rayons chimiques du spectre solaire.*

9. *La putréfaction est essentiellement un phénomène de fermentation dû à des micro-organismes, et accessoirement les insectes peuvent y jouer un certain rôle ainsi que les végétations cryptogamiques.*

10. *Le même microbe produit la même ptomaïne dans les mêmes conditions d'expériences.*

11. *Les germes pathogènes que nous avons soumis à l'expérience (bacille d'Eberth, coli commune, bacille du Rouget des porcs, bactériidie charbonneuse, pyogenes aureus) ne sont pas susceptibles d'amener la dislocation de la matière organique.*

12. Parmi les nombreux micro-organismes habitant le tube intestinal, deux bactéries que nous avons étudiées tout spécialement peuvent, par leur action simultanée, ramener la matière organique à des éléments beaucoup plus simples.

13. Malgré cela, les résidus provenant de l'action de ces deux bactéries nécessitent encore l'intervention d'autres microbes, (ferments nitriques) pour que la matière organique soit complètement transformée en carbone, hydrogène, nitrates, etc.

14. Les liquides provenant de la putréfaction sont, en général, retenus par le sol, qui absorbe avec une très grande avidité l'ammoniaque, soit à l'état libre, soit à l'état de composé; et l'alcali, dans ces conditions, se nitrifie très rapidement.

15. En l'état présent de nos cimetières, il n'y a aucune raison de redouter l'infection des puits du voisinage, alors que ces lieux d'inhumations sont à la distance réglementaire des habitations.

16. Par le drainage méthodique des terrains consacrés aux inhumations, on accélérera la rapidité « des rotations, » qui, de la sorte, pourraient vraisemblablement être abrégées.

17. Dans ces conditions, il serait préférable que les murs de clôture des cimetières fussent moins hauts et plus profonds, de manière à isoler les cimetières des nappes d'eaux souterraines avoisinantes.

18. Certains germes pathogènes, bacille virgule de

Koch, bacille d'Eberth, streptococcus pyogenes aureus, ne vivent pas dans les liquides contenant de fortes proportions de matières organiques d'origine végétale ou animale en voie de décomposition.

19. Il semble fort probable que, dans les circonstances ordinaires des inhumations, les germes des maladies infectieuses, enfouis avec les cadavres, n'atteignent pas, à un moment donné, les sources avoisinantes.

20. Les inhumations devraient se faire de la façon suivante : les cadavres placés nus dans un cercueil en volige, contenant le moins possible de sciure de bois, et, en tous cas, cette sciure de bois serait privée de substances antiseptiques.

21. On pourrait peut-être, au lieu d'abandonner les cadavres au hasard d'un ensemencement spontané de germes aérobies, leur injecter des cultures de germes ptomatophages, dont une des propriétés principales serait, comme chez le bacillus vulgaris de Hauser, d'amener la rapide destruction de la matière organique.

N. B. — Nous partageons entièrement l'avis de la Commission permanente d'assainissement des cimetières (MM. Brouardel, Du Mesnil, J. Ogier) dans nos conclusions 4, 5, 6, 15, 16, et 20.

BIBLIOGRAPHIE

- ALI-COHEN. — Le bacille typhique, recherches expérimentales et critiques.
- ALPHAND. — Rapport sur la création de nouveaux cimetières, 1874.
- ARLOING. — *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. C et CI
-
- BAUMANN. — Über die Bildung von Phenol beider Taulniss von Eiweisskorpen (*Bericht. d. Berlin. chem. Ges.*, p. 685, 1877).
- BEAUMONT (DE). — L'observateur au cimetière du Père-Lachaise, 1821.
- BELGRAND. — Nouveaux cimetières; Paris, 1874 (Publication du conseil municipal de Paris).
- Question des cimetières; Paris, 1874.
- Emplacements des nouveaux cimetières. Rapport, 1874.
- BERGMANN. — Das putride Gift und die putride Intoxication.
- BEUNER. — Sur la bactériologie du sol (*Deutsch med. Wochenschrift*, 1886).
- BOEKLISH. — Études sur les alcaloïdes du poisson putréfié (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. XVIII, p. 85).
- BOUCHARDAT. — *Revue scientifique*, 1874.
- BOVET. — Contribution à l'étude des microbes de l'intestin grêle (*Annales de micrographie*, t. III, p. 353).
- Des gaz produits par la fermentation anaérobienne (*Annales de micrographie*, t. II, p. 322.)
- BRAUN (G.). — Paris en 1530.
- BRIEGER. — Über die fluchtigen Bestandtheile der menschlichen Excremente (*Z. f. Prakt. Chem.*, t. XVII, p. 124, 1879).
- BROUARDEL. — Projet de création d'un nouveau cimetière à Boulogne-sur-Seine, 1886.
- Congrès d'hygiène de Vienne (*Annales d'hygiène*).

- BROUARDEL et BOUTMY. — Note sur les réactions des ptomaines et quelques-unes des conditions de leur formation (*Bulletin de l'Académie de Médecine*, 14 juin 1881).
- Sur le développement des alcaloïdes cadavériques (*Annales d'hygiène et de médecine légale*, 3^e série, t. IV, 1880, p. 344).
- BROUARDEL et OGIER. — Documents du Laboratoire de toxicologie, 1890.
- BURDON et SANDERSON. — Treizième rapport; 1872.

-
- CADET (A.). — Hygiène, inhumation, crémation.
- CAFFORT. — Notes sur les cimetières de la ville de Paris; 1889.
- CARNOT. — Cimetières périphériques; 1882 (Rapport).
- Commission d'assainissement des cimetières (Rapport).
- CHEVREUL. — Mémoires de l'Académie des Sciences.
- CUNNINGAM (J.). — Le choléra; 1885.

-
- DELESSE. — Carte hydrologique du département de la Seine.
- Carte géologique du département de la Seine.
- DOWNES. — *Proceedings of Roy. Soc.*, p. 14, 1886.
- DOWNES et BLUNT. — *Proceedings of Roy. Soc.*, 1877, 1878, p. 199 et 488).
- DUCLAUX. — Ferments et maladies.
- Le lait.
- Action de la lumière solaire sur les substances hydro-carburées (Extrait des *Annales de l'Institut agronomique*, t. X, 1889).
- Microbiologie (Encyclopédie Fremy).
- Comptes rendus de l'Académie des Sciences, t. C et CI.

-
- ELFVING (F.). — Étude sur l'action de la lumière sur les champignons; Helsingfors, 1890.
- ESMARCH (V.). — Le sort des micro-organismes pathogènes dans le cadavre (*Zeitschrift fur Hygiene*, t. VII, p. 1).

-
- FODOR. — Recherches hygiéniques sur l'air, le sol et l'eau.
- FOL et DUMANT. — Archives des sciences physiques et naturelles de Genève, 1884 et 1885.
- FRAENKEL (C.). — De l'action de l'acide carbonique sur la vie des micro-organismes (*Zeitschrift fur Hygiene*, t. V, 2, p. 332).
- Expériences sur la désinfection des puits et la teneur en germes de l'eau de la nappe souterraine (*Zeitschrift fur Hygiene*, t. VI, 1, p. 23).
- FREYCHINET (DE). — Principes de l'assainissement des villes; Paris, 1870.

-
- GARRÉ. — Sur les antagonismes entre les bactéries (*Correspondenblatt f. Sch. Aertste*, 1887).

- GAUTIER. — Constitution des albuminoïdes (*Bulletin de la Société chimique*, t. XLIV, p. 578).
- Premières indications sur l'existence des alcaloïdes cadavériques et sur leur extraction (*Chimie appliquée à la Physiologie*).
 - Des alcaloïdes dérivés de la désassimilation des matières albuminoïdes (*Gazette hebdomadaire*, 1^{er} juillet 1881).
 - Sur la découverte des alcaloïdes dérivés de la putréfaction des albuminoïdes (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1119).
- GAUTIER. — Sur les ptomaines et leucomaines et la théorie microbienne (*Bulletin de l'Académie de médecine*, t. XV, p. 219, 425, 619, 696).
- GAUTIER et ETARD. — Sur le mécanisme de la fermentation putride et sur les alcaloïdes qui en résultent (*Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1598).
- GESSNER (C). — Sur les bactéries dans le duodénum de l'homme (*Archiv. für Hygiene*, t. IX, p. 128).
- GIAXA (DE). — Du nombre des bactéries contenues dans le tube intestinal (*Giornale intern. delle scienze mediche*, t. X, p. 790).
- Le bacille du choléra dans le sol (*Annales de micrographie*, t. II, p. 222).
- GILBERT (A.) et GIRODE. — Fièvre typhoïde expérimentale (*Société de Biologie*, 8 mai 1891).
- GRÉHANT. — *Gazette médicale*, 1874.
- GUÉRARD. — Des inhumations et des exhumations, sous le rapport de l'hygiène, 1838.

-
- HEMMER. — Etudes expérimentales de l'effet produit par des matières putrescentes sur l'organisme animal; Munich, 1866.
- HUEPPE (F.). — Contribution à l'étiologie du choléra asiatique *Berliner klin. Wochenschrift*, n° 9, 1890, et *Prager med. Wochenschrift*, n° 12, 1887).
- Etude de l'eau potable au point de vue de l'hygiène (*Schilling's Journal*, 1889).
 - *Journal für Gashelenchtring und Wasserversog*. 1887 et 1888).
- HOCHSTETTER. — Sur les eaux artificielles de Seltz (*Arbeiten aus der Gesundheit fante*, 1887).
- HUGONENQ (L.). — *Traité des poisons*, 1891.
- UMBLOT (M.). — *Les égouts de Paris à la fin de 1885; 1886*.

-
- JANOWSKI. — Sur la biologie des bacilles typhiques, action du soleil (*Centr. für Bact.*, 1890).
- JEANNERET. — *Inaugural Dissertation*; Leipzig, 1877.
- *Untersuch über die Jerzetzung von Gelatine und Eiweits J. f. Prakt. chem.*, 1877).

-
- KAUPE (W.). — Recherches sur la durée de l'existence des bacilles

- du choléra dans les matières fécales humaines (*Zeitschrift für Hygiene*, t. IX, p. 540).
- KOCH (R.). — *Mittheil.*, t. I^{er}, p. 35.
- KRATTER. — *Zeitschrift für Biologie*, t. XVI.
- *Archiv. für exper. Pathol.*, t. XXII.
- KRAUS. — Contribution à la connaissance des phénomènes d'oxydation dans le sol (*Diss. Erlang.*, 1888).
- KUPFFER. — *Munch. med. Woch.*, p. 527, 1883.
- KITASATO (S.). — De la façon dont se comportent les bactéries du choléra dans les fèces humaines (*Zeitschrift für Hygiene*, t. V, p. 485).
- KARLIUSKI (J.). — Contribution à la connaissance de la manière de se comporter du bacille typhique dans l'eau potable (*Arch. für Hygiene*, t. X, p. 264).
- KARLIUSKI (J.). — Recherches sur la manière dont se comporte le bacille du typhus dans les déjections typhiques (*Centralblatt für Bacter. und Paras.*, t. XI, p. 65).
-
- LEGRAND (H.). — *Paris en 1380*.
- LEONE. — Sur les microbes des eaux potables et leur vie dans l'acide carbonique (*Journal d'Hygiène*, 1887).
- LINOSSIER. — Ptomaines et Leucomaines (*Archives de l'anthropologie criminelle*, t. I^{er}, 1886).
-
- MAGGI. — Eaux potables considérées comme boisson de l'homme et des animaux: Milan, 1884.
- MAGGIOSA. — Recherches quantitatives, sur les microbes du sol et leurs rapports avec le degré de souillure (*Giorn. del. Roy. Ac. di Med.*, n° 3, 1887).
- MARET. — Mémoire sur l'usage où l'on est d'enterrer les morts dans les églises et dans l'enceinte des villes (*Bibliothèque Nationale*, T, 2382).
- MEGNIN. — Faune des tombeaux (*Société de Biologie*, 12 novembre 1887).
- MEADE-BOLTON. — Sur la façon dont se comportent diverses espèces de bactéries dans l'eau potable (*Zeitschrift für Hygiene*, 1886).
- MESNIL (du). — Commission d'assainissement des cimetières, 1881.
- MEYER (E.). — *Bacteriological water-test*, 1886.
- MIQUEL. — *Annales de l'observatoire de Montsouris*.
- *Commission d'assainissement des cimetières*, 1881.
- TOUSSAINT-NAVIER. — Réflexions sur les dangers des exhumations précipitées et les abus des inhumations dans les églises Amsterdam, 1775.
-
- OGIER (J.). — (Rapport au congrès d'Hygiène de Londres. 1891).

OGIER et MINOVICI (J.). — Comptes rendus de l'Académie de médecine, 28 juin 1887.

PALMBERG. — Traité de l'hygiène publique, 1891.

PANUM. — Das putride Gift, die Bacterien, die putride Infection oder Intoxication und die Septicemie (*Virchows Arch.*, Bd LX, p. 328).

PASTEUR. — La bière, p. 49.

— Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

PASTEUR et JOUBERT. — Comptes rendus de l'Académie; 1878.

PAUSINI. — Action de la lumière solaire sur les micro-organismes (*Revista d'Hygiene*, 1889).

PETTENKOFER (M.). — Sur l'état actuel de la question du choléra (*Arch. für Hygiene*, t. IV, VII, 1886, 1887).

PFEIFFER. — Bacille du choléra, eaux profondes et chaleur du sol (*Centraabl. für Algen. Gesundheit*, t. III, 1884).

— Rôle de la capillarité du sol dans le transport des bactéries (*Zeitschrift für Hygiene*, t. I, p. 394).

POLIN et LABIT. — Etude sur les empoisonnements alimentaires 1890.

POPOFF. — Über sumpfgas gäbrug. (*Pflügers Arch. für Physiol.*, t. X, p. 113-117).

POPOFF (M.). — Emploi de l'acide picrique pour reconnaître les alcaloïde végétaux (*Documents du Laboratoire de Toxicologie*, 1891).

PORT. — Rapport sur la première décade d'observations épidémiologiques dans la garnison de Munich (*Arch. für Hygiene*, 1883).

POUCHET (G.). — Thèse inaugurale, 1880.

— *Revue de médecine*.

— *Dictionnaire encyclopédique des Sciences médicales*, p. 785.

REIMERS (J.). — Sur la teneur en germes du sol (*Zeitschrift für Hygiene*, t. VII, 2, p. 307).

ROBINET (G.). — Sur les prétendus dangers présentés par les cimetières en général, et par les cimetières de Paris en particulier. Thèse, 1880.

ROUX. — *Revue scientifique*, novembre 1891.

SAVERIO (S.). — L'influence de la température sur l'action microbicide de la lumière (*Annali dell'Istituto d'Igiene sperim dell'Universita di Roma*, t. II, 2^e série, p. 121).

SCALA et SAUFELICE. — Action de l'acide carbonique, dissous dans les eaux potables, sur quelques micro-organismes pathogènes (*Annali dell'Istituto d'Igiene dell'Universita di Roma*, t. II, 2^e série, p. 237).

SCHLOESING. — Encyclopédie Frémy.

- SCHLOESING et BÉRARD. — Rapport sur l'épuration des eaux des égouts de Paris.
- SCHMIDT. — Recherches sur la sepsine (*Dorpat, Diss. inaug.*, 1869).
- SCHULTZ (O.) — Recherches sur l'influence des micro-organismes sur les phénomènes d'oxydation du sol (*Munch. med. Wochens.*) p. 557 et 574, 1889).
- SELM. — *Sulle ptomaine od alcaloidi cadaverici*; Bologne, 1878.
- *Alti della R. Acad. de Scienze*, t. II, 1878.
- SOYKA. — Le sol (*Handbuch der Hygiene de Pettenkofer et Ziemssen*, 1887).
- Sur l'étiologie du t phus abdominal (*Arch. für Hygiene*, t. VI, 1887).
- Expériences sur la théorie des oscillations de la nappe souterraine (*Prag. med. Wochenschrift*, 1885).
- SOYKA et BAUDLER. — Du développement des bactéries pathogènes soumises à l'influence de leurs produits de culture (*Fortschritte der Medicin*, 1888, n° 20, p. 769).
- STRAUSS. — Société de Biologie, p. 473, 1886.
-

- TARDIEU. — Voiries et cimetières; Paris, 1852.
- THOURET. — Rapport sur les exhumations du cimetière et de l'église des Saints-Innocents; Paris, 1879.
- TYNDALL. — *British Association*, 1881.
- Les microbes, 1882.
-

- UFFELMANN. — Sur la durée de la vitalité des bacilles du typhus et du choléra dans les matières fécales (*Centralbl. für Bact. und paratitenk*, t. V, p. 497 et 529).
-

- VERNOIS. — *Annales d'hygiène et de médecine légale* (t. XXXV, XXXVI, p. 308).
- VESTE (De) et TURSINI. — Recherches sur les eaux de Naples, 1885.
- VICQ D'AZYR. — Essai sur les lieux et les dangers des sépultures, traduction de l'italien; 1838.
- VOGT (E.). — Recherches sur la formation du gras de cadavre (*Munch. med. Wochenssch.*, p. 518, 1888).
-

- WEIDENBAUM. — Études expérimentales sur l'isolement du poison putride (*Dorpat. Diss. inaug.* 1867).
- WINOGRADSKY (S.). — Recherches sur les organismes de la nitrification (*Ann. de l'Institut Pasteur*, 1890, p. 213, 257, 760).
- WOLFHUGEL. — *Mittheilungen, a. d. k. Gesundheitsamte*.

~~~~~  
CORBEIL. — IMPRIMERIE CRÉTÉ-DE L'ARBRE  
~~~~~




Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.



Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 11.



Fig. 10.



Fig. 12.



Fig. 13.

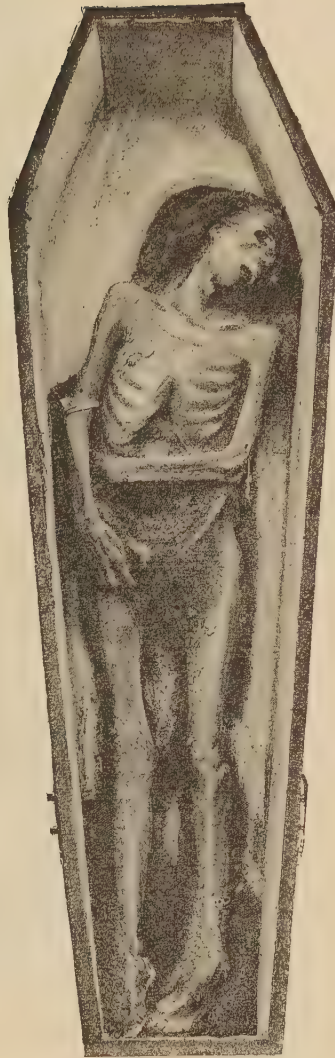


Fig. 14.



Fig. 15.

